

Agriculture
Canada

Publication 1775/F

comment économiser énergie et dollars à la ferme

Canada

Préface

Cette publication s'adresse surtout aux agriculteurs et aux vulgarisateurs qui s'intéressent à la conservation de l'énergie. Elle a été écrite dans le but de les aider à reconnaître les domaines d'économie d'énergie et à en estimer les possibilités.

Remerciements

Cette publication a été produite par Eric Jensen de Jensen Engineering Ltd. de Olds, Alberta. Les dessins et graphiques sont l'oeuvre de Edmund H. Perkins du Conseil de recherche de la Saskatchewan. Le Programme de recherche et développement énergtiques dans l'agro-alimentaire (RDEAA) d'Agriculture Canada a contribué financièrement au projet grâce à un contrat géré par M. Wally Nicholaichuk antérieurement employé à la Station de recherche de Swift Current, Saskatchewan.

Cette publication a été révisée par un certains nombres de personnes impliquées dans la gestion de l'énergie. Leurs suggestions et les contributions qu'ils ont apportées ont grandement aidé à compléter ce document. Les personnes suivantes, ou leurs employés, ont révisé le manuscript:

- R.C. Kilpatrick, Ministère de l'agriculture et de l'alimentation de la Colombie-Britannique
- F. Ho, Colombie-Britannique
- J. Chang, Ministère de l'agriculture de l'Alberta
- E. Thornton, Ministère de l'agriculture de l'Alberta
- R.H. Horne, Collège Olds
- E.M. Wrubleski, Ministère de l'agriculture de la Saskatchewan
- D.V. Gayton, Ministère de l'agriculture de la Saskatchewan
- B.W. Gould, Université de la Saskatchewan
- E. Coxworth, Conseil de recherche de la Saskatchewan
- O.H. Friesen, Ministère de l'agriculture du Manitoba
- H. Spieser, Ministère de l'agriculture et de l'alimentation de l'Ontario
- W.S. Young, Université de Guelph
- R.G. Winfield, Ralph G. Winfield and Associates
- R. Chagnon, Agriculture Canada
- R. Boily, Université Laval
- W.C. Durant, Ministère de l'agriculture et du développement rural du Nouveau-Brunswick
- J.K. Higgins, Ministère de l'agriculture et de la mise en marché de la Nouvelle-Ecosse
- P. Van Die, Agriculture Canada

Nous tenons à remercier les reviseurs de leur collaboration.



Publication 1775/F

comment économiser énergie et dollars à la ferme

PUBLICATION 1775/F, on peut obtenir des exemplaires à la Direction générale des communications, Agriculture Canada, Ottawa K1A 0C7

N° de cat. A15-1775/1985F ISBN: 0-662-93166-1
Impression 1985 2M–5:85

TABLE DES MATIÈRES

1. GESTION DE L'ÉNERGIE À LA FERME
1.1 Principes de gestion de l'énergie 2
1.2 Dresser le bilan énergétique 2
1.3 Moyens peu coûteux d'économiser énergie et dollars à la ferme 4
1.4 Principes économiques appliqués a l'énergie—rentabilité 5

2. COMMENT ÉCONOMISER ÉNERGIE ET DOLLARS À LA FERME
2.1 Considérations énergétiques dans la planification de la ferme 8
2.2 Planification d'un système électrique efficace 10
2.3 Comparaison des coûts de chauffage à la ferme 12
2.4 Réduction des pertes de carburant entreposé 14

3. COMMENT ÉCONOMISER ÉNERGIE ET DOLLARS À LA MAISON
3.1 Empêcher l'énergie de s'échapper de la maison 17
3.2 Ajouter de l'isolant 18
3.3 Réduire les coûts de chauffage de l'eau 20
3.4 Acheter des appareils électroménagers efficaces 21
3.5 Planifier une maison économe en énergie 22
3.6 Rénover une vieille maison 24

4. COMMENT ÉCONOMISER ÉNERGIE ET DOLLARS DANS LE TRANSPORT À LA FERME
4.1 Achat d'un véhicule de faible consommation 28
4.2 Les économies d'énergie permettront-elles d'acheter une camionnette plus efficace? 29
4.3 Le carburant diesel, oui ou non? 30
4.4 Avantages et inconvénients de la conversion au propane 32
4.5 Le gaz naturel comprimé est-il à considérer? 34
4.6 Le camionnage: à l'école des routiers 35

5. COMMENT ÉCONOMISER ÉNERGIE ET DOLLARS PAR LA GESTION DE L'ÉQUIPEMENT
5.1 Économiser par l'entretien du matériel 38
5.2 Comparer l'efficacité énergétique des tracteurs 40
5.3 Équipement influant sur la consommation de carburant des tracteurs 42
5.4 Maîtrise du patinage 43
5.5 Pour une efficacité maximale: le lestage 45
5.6 Choix du matériel approprié 46
5.7 Sélection d'un rapport supérieur et diminution du régime du moteur 48

6. COMMENT ÉCONOMISER ÉNERGIE ET DOLLARS DANS LA PRODUCTION VÉGÉTALE
6.1 Comparaison des systèmes de labour 50
6.2 Amélioration de l'efficacité sur le terrain 52
6.3 Utilisation optimale des engrais 54
6.4 Culture des légumineuses pour économiser de l'énergie 56
6.5 Méthodes économiques de désherbage 58
6.6 Couts énergétiques de l'irrigation 60
6.7 Comparaison des systèmes de séchage du grain 63
6.8 Essai d'un échangeur de chaleur pour séchoir à grains 65

7. COMMENT ÉCONOMISER ÉNERGIE ET DOLLARS DANS L'ÉLEVAGE DU BÉTAIL
7.1 Utilisation de l'énergie pour améliorer le rendement du bétail 68
7.2 Planification d'un bâtiment d'élevage à faible consommation d'énergie 70
7.3 Utilisation efficace du système de ventilation 72
7.4 Éviter la concurrence entre les systèmes de ventilation et de chauffage 73
7.5 La ventilation naturelle suffira-t-elle? 74
7.6 Échangeurs de chaleur—recyclage de l'énergie 76
7.7 Coût énergétique de la préparation des aliments du bétail 80
7.8 Maîtrise de la demande d'électricité dans une exploitatin d'élevage 81
7.9 Utilisation optimale du fumier 82

8. ÉNERGIES RENOUVELABLES: LES POSSIBILITÉS ET LES DANGERS
8.1 Énergie solaire 86
8.2 Énergie éolienne 88
8.3 Énergie hydraulique: une installation micro-hydraulique 90
8.4 Gazéificateur de bois pour le chauffage à la ferme 91
8.5 Utilisation des résidus de récolte pour le chauffage et le séchage 92
8.6 Fermentation anaérobie du lisier 93
8.7 Fabrication d'alcools d'origine agricole 95
8.8 Huiles végétales pour les moteurs diesel 98

ANNEXE A—UNITÉS D'ÉNERGIE

ANNEXE B—QUEL EST L'EFFET D'UNE AUGMENTATION DE 1 $ LE BARIL DE PÉTROLE BRUT SUR LES COÛTS D'EXPLOITATION D'UNE ENTREPRISE AGRICOLE?

ANNEXE C—AUTRES SOURCES D'INFORMATION TECHNIQUE

1 GESTION DE L'ÉNERGIE À LA FERME

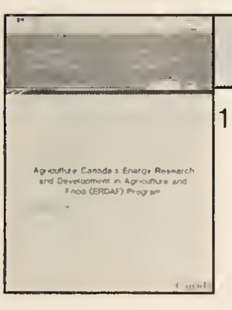
L'agriculture moderne est tributaire de l'énergie. Grace à l'énergie et à la mécanisation, les agriculteurs canadiens sont parmi les fournisseurs d'aliments les plus productifs au monde malgré les limites imposées par le climat et la géographie du pays. Ils dépendent de l'énergie pour faire fonctionner l'équipement, chauffer les batiments, sécher la production végétale et aussi pour fabriquer d'autres facteurs de production essentiels comme les engrais, les pesticides et les machines agricoles.

Avant l'embargo sur le pétrole décrété par l'OPEP en 1973, l'énergie ne représentait pas une dépense importante de la production agricole. Depuis lors, les agriculteurs ont commencé à se rendre compte à quel point ils sont a la merci des fluctuations des prix et des approvisionnements en ce domaine. Chaque année, les agriculteurs canadiens dépensent plus d'un milliard de dollars en combustibles et en électricité. En outre, les engrais azotés faits a partir de gaz naturel représentent des coûts annuels supplémentaires de 300 millions de dollars.

Économiser par la gestion de l'énergie. En général, l'énergie investie en agriculture est dépensée a bon escient, c'est-a-dire pour produire des aliments et des fibres à l'intention des marchés intérieurs et extérieurs. Toutefois, comme d'autres secteurs, celui de l'agriculture a la possibilité d'utiliser l'énergie plus efficacement. Cette publications traite de la gestion de l'énergie à la ferme et montre comment les coûts à ce chapitre peuvent être réduits d'au moins 10 % dans la plupart des exploitations. On y traite aussi des avantages et des embuches liés a l'emploi de l'énergie renouvelable à la ferme.

Recherches. Divers organismes gouvernementaux, des universités et des sociétés privées font des recherches sur l'utilisation de l'énergie dans le système alimentaire. La présente étude a été commandée par l'Institut de recherches techniques et de statistiques d'Agriculture Canada dans le cadre du Programme de recherche et de développement énergétiques en agriculture et en alimentation (RDEAA).

Sources. On a rassemblé le matériel nécessaire à cette publication à partir de revues techniques, de magazines agricoles, de notes d'information de vulgarisation et de rapports de recherches. On donne un choix de références pour chaque sujet traité. Dans la mesure du possible, ces dernières ont été sélectionnées parmi les publications distribuées gratuitement par les sources mentionnées. Pour de plus amples renseignements particuliers à votre région, veuillez communiquer avec les organismes de vulgarisation de votre province.



POUR EN SAVOIR PLUS:

1) **Programme de recherche et de développement énergétiques en agriculture et en alimentation (DREAA).** Publication 1-107R distribuée par l'Institut de recherches techniques et de statistiques, Direction générale de la recherche, Agriculture Canada, Ottawa (Ontario) K1A 0C6.

2) **Ènergie pour l'agriculture et l'alimentation.** Publication 5142F distribuée par la Direction générale des communications, Agriculture Canada, Ottawa (Ontario) K1A OC7.

3) **Enquête sur l'utilisation de l'énergie dans les exploitations agricoles.** Statistique Canada a résumé les données sur l'énergie recueillies au cours d'une enquête spéciale auprès de 7 000 fermes canadiennes. Publication distribuée par la Section de l'utilisation de l'énergie, Division de la statistique agricole, Statistique Canada, Ottawa (Ontario) K1A 0T6.

4) **Energy Efficient Farming.** Publication distribuée par: B.C. Hydro, Energy Use Engineering Dept.; 625 Howe Street, Vancouver (Colombie-Britannique) V6C 2T6.

5) **Energy and Agriculture.** Engineering Notes No 290.0, publication distribuée par: B.C. Ministry of Agriculture and Food, Engineering Branch, Abbotsford (Colombie-Britannique) V2S 2C5.

6) **Farm Energy Management in Alberta.** Publication distribuée par Alberta Agriculture, Print Media Branch, 7000-113 St., Edmonton (Albert) T6H 5T6.

7) **Saving Energy on Your Farm.** Brochure distribuée par: TransAlta Utilities, Energy Management, Box 1900, Calgary (Alberta) T2P 2M1.

8) **Energy Efficiency on the Farm.** Brochure distribuée par: Esso Petroleum Canada, Marketing Dept., 10025 Jasper Avenue, Edmonton (Alberta) T5J 2R5.

9) **The Saskatchewan Farm Energy Management Program.** C.S.A.E. Paper No 82-110, publication distribuée par: Saskatchewan Agriculture, Family Farm Improvement Branch, 3085 Albert Street, Regina (Saskatchewan) S4S 0B1.

10) **Energy and Agriculture.** Rapport du Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario, Agriculture Energy Centre, P.O. Box 1030, Guelph (Ontario) N1H 6N1.

11) **Energy Management on the Farm.** Publication distribuée par: Ontario Hydro, Energy Conservation Department, 700 University Ave., Toronto (Ontario) M5G 1X6.

12) **Energy and Agriculture.** Agrologist, volume 10, no 2, printemps 1981.

13) **Energy Research on the Farm—an Overview.** Agriculture Information Bulletin no 447, publication distribuée par: U.S. Dept. of Agriculture, Energy Publications, Washington, D.C. 20250.

1.1 PRINCIPES DE GESTION DE L'ÉNERGIE

Quel que soit le système, l'utilisation efficace de l'énergie dépend de trois facteurs:

1) **La conception.** En dépit du fait que la plupart des agriculteurs ne concoivent pas leur équipement, ils choisissent tout de même les machines, les bâtiments, les véhicules et les méthodes de production utilisés dans leur ferme. Cette souplesse d'utilisation offre a l'agriculteur la meilleure occasion d'économiser l'énergie.

2) **Le fonctionnement.** La conception d'un système efficace peut être une perte de temps si ce dernier n'est pas exploité efficacement. Cela s'applique aussi aux voitures, aux camions, aux tracteurs, aux bâtiments d'élevage et aux programmes culturaux.

3) **L'entretien.** L'équipement ne peut pas fonctionner efficacement s'il n'est pas bien entretenu. C'est l'exigence la plus élémentaire, mais aussi la plus couramment négligée.

On trouvera dans les sections suivantes des exemples qui montrent comment la conception, le fonctionnement et l'entretien du matériel peuvent se traduire par des économies dans n'importe quelle exploitation.

1.2 DRESSER LE BILAN ÉNERGETIQUE

La première étape de la gestion de l'énergie à la ferme consiste à faire la somme annuelle des coûts de l'énergie en passant en revue tous les reçus et les registres de la ferme. L'exemple suivant illustre le bilan énergétique d'une exploitation céréalière de 650 hectares située près de Swift Current (Saskatchewan). Dans ce cas, il ressort de l'analyse que l'essence employée pour les voitures et les camions représente une partie importante des coûts de l'énergie. Par contre, le montant consacré au carburant diesel employé dans les tracteurs est assez modeste à cause de la pratique du semis direct dans la région.

Cet exemple (fig. 1.3) montre que, pour bien représenter la situation, il est important d'inclure tous les coûts de l'énergie. La réduction des dépenses liées à la maison et au transport peut souvent être aussi grande que celle réalisable au chapitre de la production. Il est à remarquer que les coûts des engrais et des pesticides sont également inclus pour tenir compte de l'énergie utilisée dans leur fabrication.

Fig. 1.2 Les coûts de l'énergie sont calculés à partir des reçus et des registres.

Économiser l'énergie. En appliquant les principes décrits dans ce livre, la plupart des agriculteurs pourraient économiser au moins 10 % de leurs coûts d'énergie moyennant peu d'investissement, ou sans investissement, et sans diminution de la production. Pour l'exploitation en question, une économie de 10 % équivaut a 2 021 $, somme qui pourrait être ajoutée au revenu net. Compte tenu des changements qui se produiront dans le matériel et les méthodes culturales, il est même possible d'entrevoir des économies encore plus grandes.

TYPE D'ÉNERGIE	1983 QUANTITÉ	1983 COÛT	UTILISATIONS PRINCIPALES
Essence	14 500 L	4 350 $	Camions, andaineurs et moissonneuses
	8 013 L	2 964	Voitures
Carburant diesel	7 053 L	2 116	Tracteurs
Mazout	9 851 L	2 955	2 maisons
Propane			
Gaz naturel			
Électricité	15 680 kWH	627	2 maisons, 1 ferme, 1 atelier
Huile et graisse	—	400	Véhicules, équipement
Azote (N)	5 000 kg	2 500	
Phosphore (P_2O_5)	4 364 kg	2 400	
Potassium (K_2O)	—	—	
Pesticides		1 900	Mauvaises herbes—criquets
COÛT TOTAL		20 212 $	

Fig. 1.3 Exemple de bilan énergétique

BILAN ÉNERGÉTIQUE DE VOTRE EXPLOITATION

TYPE D'ÉNERGIE	198___		UTILISATIONS PRINCIPALES
	QUANTITÉ	COÛT	
ESSENCE			
Carburant diesel			
Mazout			
Propane			
Gaz naturel			
Electricité			
Huile et graisse			
Azote (N)			
Phosphore (P_2O_5)			
Potassium (K_2O)			
Pesticides			
COÛT TOTAL			

Fig. 1.4 Bilan énergétique de votre exploitation

POUR EN SAVOIR PLUS:

1) **Conservation Farming**. Bulletin distribué dans le cadre du Farm Energy Management Program, par le Saskatchewan Research Council, 30 Campus Drive, Saskatoon (Saskatchewan) S7N 0X1.

2) **Simple Farm Energy Audit**. Agdex 769-4. Publication distribuée par: Alberta Agriculture, Print Media Branch, Main Floor, 7000-113 Street, Edmonton (Alberta) T6H 5T6.

3) **Energy Audit for Farms and Ranches**. Publication distribuée par: Farm Services Department, B.C. Hydro, 2485 Montrose Avenue, Abbotsford (Colombie-Britannique) V2S 3T2.

1.3 MOYENS PEU COÛTEUX D'ÉCONOMISER ÉNERGIE ET DOLLARS À LA FERME

Voici quelques idées élémentaires pour économiser énergie et dollars à la ferme. Aucune de ces suggestions n'est particulièrement nouvelle ni révolutionnaire, mais l'effet combiné de ces petits changements peut se traduire par des économies allant de 10 à 50 $ avec une très petite mise de fonds. Considérez les suggestions qui pourraient vous être utiles.

Mesure de gestion de l'énergie	Exemples d'économie annuelles possibles*
LA FERME	
• installer un bon brise-vent	200 $
• protéger les réservoirs d'essence contre le soleil, les peindre et les munir d'une soupage de sûreté	140
• éteindre les lumières lorsqu'elles ne sont pas nécessaires	50
• choisir le système de chauffage le plus économique	200
• ne brancher le chauffe-moteur que 2 ou 3 heures	100
• réduire l'emploi de carburant pour le nettoyage et la combustion	50
LA MAISON	
• baisser le thermostat de la chaudière (souvent appelée fournaise) de 2°C	100 $
• baisser le thermostat du chauffe-eau de 10°C	50
• utiliser des appareils électroménagers efficaces	50
• utiliser moins d'eau chaude	60
• éteindre les lumières	40
• utiliser des ampoules moins puissantes où cela convient	40
• poser des coupes-bise et boucher les fissures	100
• isoler le sous-sol	100
LES VOITURES ET LES CAMIONS	
• utiliser des véhicules économiques	500 $
• réduire la vitese de la marche à vide	50
• éviter les déplacements superflus	200
• conduire plus lentement	200
• garder les pneus à la pression de gonflage maximale recommandée	50
• faire fonctionner les moteurs à la température recommandée	50
• faire la mise au point lorsque c'est nécessaire	100
LES TRACTEURS	
• utiliser des tracteurs économiques	500 $
• réduire la vitesse de la marche à vide!	100
• nettoyer les filtres à air	50
• faire la mise au point lorsque c'est nécessaire	200
• régler le ballastage pour limiter le glissement entre 10 et 15 %	200
• passer à une vitesse d'avancement plus élevée et réduire le régime du moteur lorsque la charge est légère	200
LE LABOUR	
• éliminer une opération de labour	500 $
• labourer moins profondément	200

Mesure de gestion de l'énergie	Exemples d'économie annuelles possibles*
• dans un but d'efficacité, choisir l'équipement le plus approprié pour l'opération à effectuer	150
• garder les lames aiguisées et propres	100
• améliorer les tracés de labour	200
• réduire les recoupements	100
LES ENGRAIS	
• effectuer des analyses du sol	500 $
• choisir les préparations les plus avantageuses	500
• utiliser les meilleures méthodes d'épandage	500
L'IRRIGATION	
• utiliser un système d'irrigation à basse pression	500 $
• entretenir le matériel pour qu'il soit efficace	500
• ne pas irriger de façon excessive	300
LE SÉCHAGE DES CÉRÉALES	
• récolter le grain plus sec	500 $
• employer un système de séchange à basse température	500
• éviter le surséchage	200
• servir des céréales à haute teneur en humidité au bétail	800
LES BÂTIMENTS D'ÉLEVAGE	
• choisir du matériel efficace	500 $
• ne pas employer de ventilateurs ni d'appareils de chauffage de trop grande taille	100
• éviter que les ventilateurs et les appareils de chauffage ne fonctionnent en concurrence	500
• tenir les bâtiments à la meilleure température	200
• nettoyer les thermostats, les ventilateurs et les moteurs	100
• réduire l'éclairage	200
• réduire la transformation des aliments du bétail	500
• diminuer l'utilisation d'eau chaude	100
GÉNÉRALITÉS	
• obtenir des subventions du gouvernement	
• demander un remboursement de la taxe d'accise sur l'essence	
• profiter des stimulants fiscaux relatifs à l'installation de matériel de récupération de la chaleur, et aux améliorations dans le stockage du fumier et le drainage	500 $

*Les économies à réaliser varient énormément d'une ferme à l'autre; tout dépend des sources d'énergie, des prix, et de la taille de l'exploitation.

1.4 PRINCIPES ÉCONOMIQUES APPLIQUÉS À L'ÉNERGIE—RENTABILITÉ

L'objectif de la gestion de l'énergie à la ferme est de réaliser des économies. Il ne faut pas oublier ce principe au moment d'évaluer tout moyen de conserver l'énergie à la ferme. Les moyens les plus profitables sont d'habitude ceux qui ne requièrent aucun investissement mais simplement de petits changements d'habitudes et d'attitude. Dans cette section, on traite de la façon d'évaluer ceux qui nécessitent un investissement.

Période de récupération. On peut mesurer les divers aspects économiques d'une mesure de gestion de l'énergie d'après plusieurs notions. La plus commune est la "période de récupération", définie comme étant le nombre d'années requis pour que le coût de l'investissement soit "compensé" par les économies réalisées. Par exemple, si vous dépensez 500 $ pour ajouter de l'isolant à votre maison et que l'année suivante le coût du chauffage est réduit de 50 $, la période de récupération est de 10 ans (500 $/50 $ = 10). Cette simple démarche se base sur l'hypothèse voulant que le taux annuel d'augmentation des coûts de l'énergie soit égal à celui de l'intérêt sur l'argent investi. Evidemment, cette prédiction n'est pas toujours exacte. Au cours des dernières années, certains coûts associés à l'énergie ont grimpé plus vite que les taux d'intérêt.

Marge d'autofinancement. Il arrive souvent que d'autres réalités économiques soient plus importantes que la période de récupération. Dans le cas des investissements faits au moyen d'un emprunt, la marge d'autofinancement constitute un facteur crucial. Des économies d'énergie impressionnantes et une bonne période de récupération sont une mince consolation s'il ne reste pas d'argent pour rembourser l'emprunt. L'aspect fiscal est également à considérer. Les primes à l'initiative du gouvernement et les amortissements fiscaux accélérés peuvent rendre la conservation de l'énergie beaucoup plus intéressante. On trouvera une description d'un certain nombre de ces programmes dans les chapitres suivants.

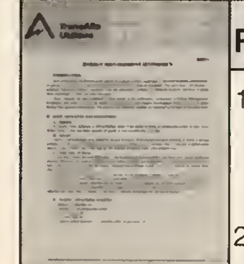
On a utilisé tout au long de cette publication un programme informatisé simple pour analyser les conséquences de diverses mesures de gestion de l'énergie sur la marge d'autofinancement. L'exemple suivant illustre le mieux son application.

Exemple. Un agriculteur considère l'installation d'échangeurs de chaleur dans une grande étable. Le coût en capital du système (installé) serait de 10 000 $. La réduction des coûts de chauffage a été estimée à 2 300 $ la première année. On s'attend à ce que cette économie augmente de 8 % par année à mesure que les prix de l'énergie augmentent. Les frais de fonctionnement et d'entretien ont été estimés a 500 $ par année et devraient augmenter annuellement de 8 %. La durée du matériel est de 10 ans. Le projet est financé à un taux d'intérêt de 12,5%. L'agriculteur estime que son revenu se situe dans la tranche d'imposition à 25 %.* L'installation d'un échangeur de chaleur donne droit à un amortissement fiscal linéaire accéléré de 25% la première année, de 50% la deuxième année et de 25 % la troisième année, pour le matériel de conservation de l'énergie (catégorie 34). Quelles seraient les conséquences de cet investissement sur la marge d'autofinancement de l'agriculteur? Considérons les deux choix suivants: emprunt de trois ans et un emprunt de dix ans (fig. 1.6 et 1.7).



Fig. 1.5 Les investissements visant à économiser l'énergie doivent aussi être rentables

*Les exemples incluant des données fiscales ne sont fournis qu'à titre d'explication. Consultez votre comptable au sujet des applications particulières à votre exploitation.



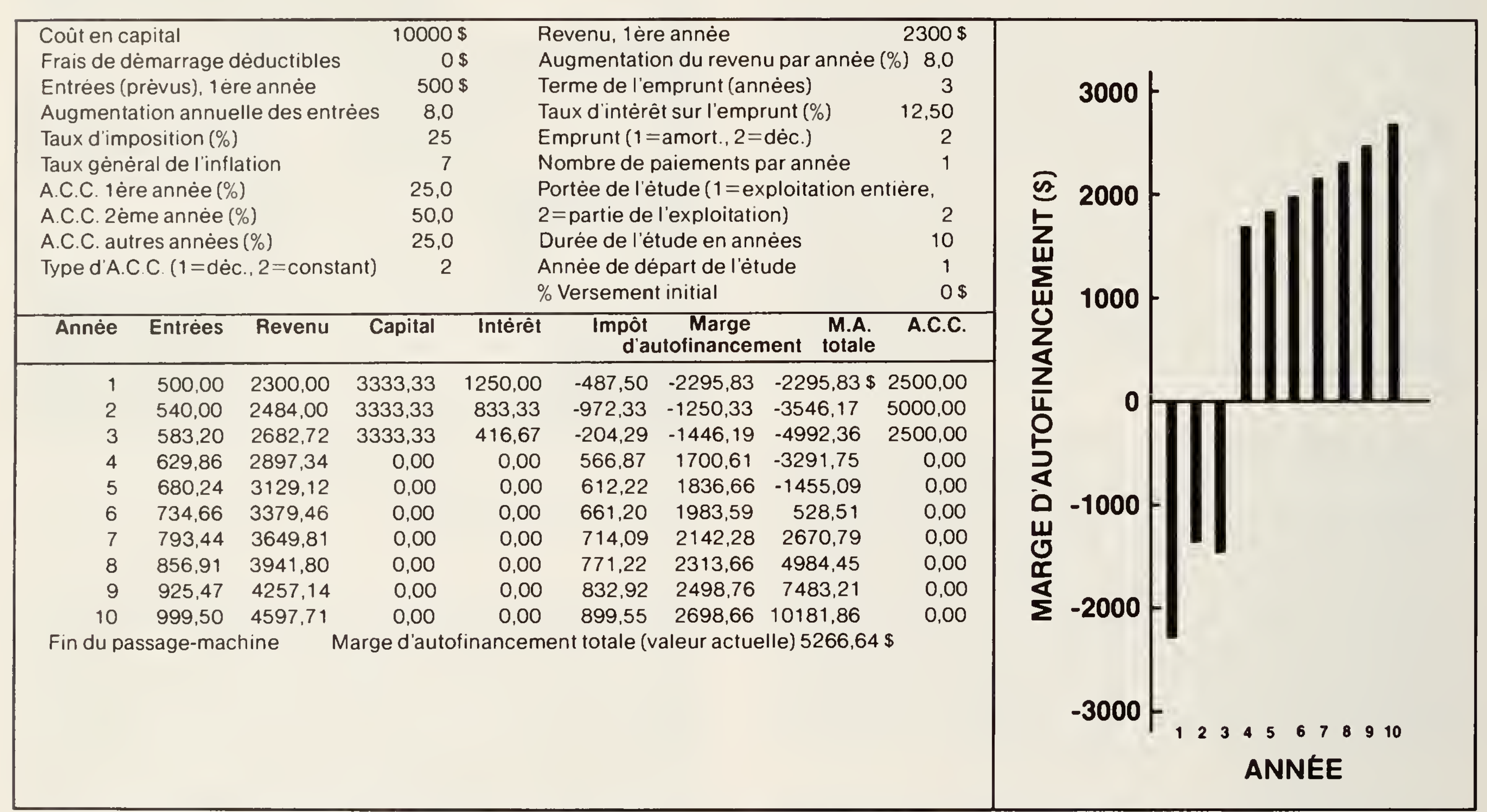
POUR EN SAVOIR PLUS:

1) **Energy Management Economics.** Factsheet B1050A. Publication distribuée par: TransAlta Utilities, Energy Management, Box 1900, Calgary (Alberta) T2P 2M1.

2) On peut se procurer une description plus détaillée du **After-Tax Flow Program** en s'adressant à Jensen Engineering Ltd., P.O. Box 1781, Olds (Alberta) TOM 1PO.

Conclusion. L'exemple suivant illustre l'importance de l'analyse de la marge d'autofinancement. Dans les deux cas, l'investissement procure un rendement net positif mais l'emprunt de trois ans pourrait causer une pénurie grave de liquidités qui ne serait pas compensée par les économies d'énergie au début de la période d'installation. Par contre, le financement étalé sur 10 ans permet de conserver une marge d'autofinancement positive chaque année. La période de récupération est la même dans les deux cas: (10 000 $)/(2 300 $ - 500 $) = 5,6 ans.

(Le calcul de la marge d'autofinancement peut se faire à la main mais l'ordinateur permet de faire des comparaisons rapides au fur et à mesure que les données changent.)

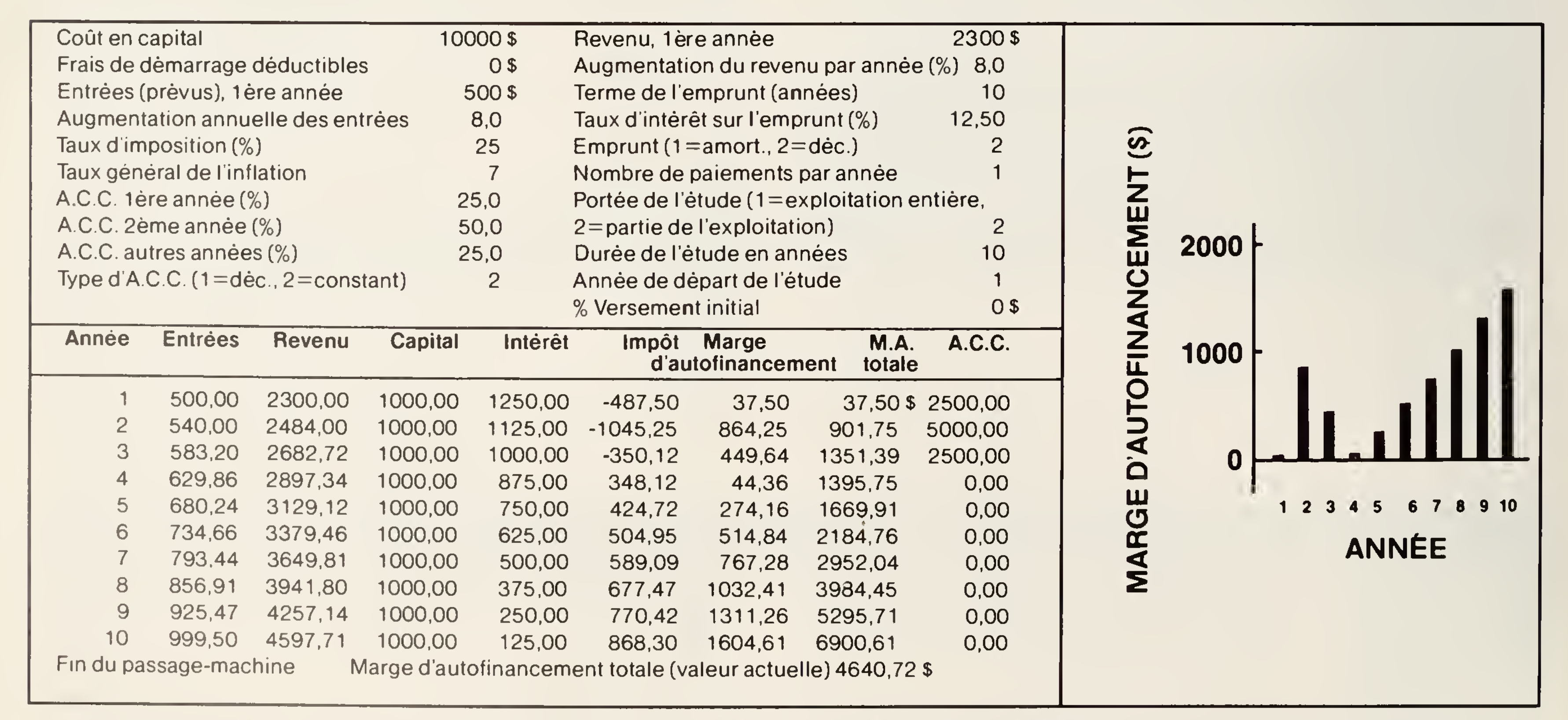


Coût en capital	10000 $	Revenu, 1ère année	2300 $
Frais de démarrage déductibles	0 $	Augmentation du revenu par année (%)	8,0
Entrées (prévus), 1ère année	500 $	Terme de l'emprunt (années)	3
Augmentation annuelle des entrées	8,0	Taux d'intérêt sur l'emprunt (%)	12,50
Taux d'imposition (%)	25	Emprunt (1=amort., 2=déc.)	2
Taux général de l'inflation	7	Nombre de paiements par année	1
A.C.C. 1ère année (%)	25,0	Portée de l'étude (1=exploitation entière,	
A.C.C. 2ème année (%)	50,0	2=partie de l'exploitation)	2
A.C.C. autres années (%)	25,0	Durée de l'étude en années	10
Type d'A.C.C. (1=déc., 2=constant)	2	Année de départ de l'étude	1
		% Versement initial	0 $

Année	Entrées	Revenu	Capital	Intérêt	Impôt	Marge d'autofinancement	M.A. totale	A.C.C.
1	500,00	2300,00	3333,33	1250,00	-487,50	-2295,83	-2295,83 $	2500,00
2	540,00	2484,00	3333,33	833,33	-972,33	-1250,33	-3546,17	5000,00
3	583,20	2682,72	3333,33	416,67	-204,29	-1446,19	-4992,36	2500,00
4	629,86	2897,34	0,00	0,00	566,87	1700,61	-3291,75	0,00
5	680,24	3129,12	0,00	0,00	612,22	1836,66	-1455,09	0,00
6	734,66	3379,46	0,00	0,00	661,20	1983,59	528,51	0,00
7	793,44	3649,81	0,00	0,00	714,09	2142,28	2670,79	0,00
8	856,91	3941,80	0,00	0,00	771,22	2313,66	4984,45	0,00
9	925,47	4257,14	0,00	0,00	832,92	2498,76	7483,21	0,00
10	999,50	4597,71	0,00	0,00	899,55	2698,66	10181,86	0,00

Fin du passage-machine   Marge d'autofinancement totale (valeur actuelle) 5266,64 $

Fig. 1.6 Analyse de la marge d'autofinancement: investissement visant à économiser l'énergie—10 000—emprunt de 3 ans



Coût en capital	10000 $	Revenu, 1ère année	2300 $
Frais de démarrage déductibles	0 $	Augmentation du revenu par année (%)	8,0
Entrées (prévus), 1ère année	500 $	Terme de l'emprunt (années)	10
Augmentation annuelle des entrées	8,0	Taux d'intérêt sur l'emprunt (%)	12,50
Taux d'imposition (%)	25	Emprunt (1=amort., 2=déc.)	2
Taux général de l'inflation	7	Nombre de paiements par année	1
A.C.C. 1ère année (%)	25,0	Portée de l'étude (1=exploitation entière,	
A.C.C. 2ème année (%)	50,0	2=partie de l'exploitation)	2
A.C.C. autres années (%)	25,0	Durée de l'étude en années	10
Type d'A.C.C. (1=déc., 2=constant)	2	Année de départ de l'étude	1
		% Versement initial	0 $

Année	Entrées	Revenu	Capital	Intérêt	Impôt	Marge d'autofinancement	M.A. totale	A.C.C.
1	500,00	2300,00	1000,00	1250,00	-487,50	37,50	37,50 $	2500,00
2	540,00	2484,00	1000,00	1125,00	-1045,25	864,25	901,75	5000,00
3	583,20	2682,72	1000,00	1000,00	-350,12	449,64	1351,39	2500,00
4	629,86	2897,34	1000,00	875,00	348,12	44,36	1395,75	0,00
5	680,24	3129,12	1000,00	750,00	424,72	274,16	1669,91	0,00
6	734,66	3379,46	1000,00	625,00	504,95	514,84	2184,76	0,00
7	793,44	3649,81	1000,00	500,00	589,09	767,28	2952,04	0,00
8	856,91	3941,80	1000,00	375,00	677,47	1032,41	3984,45	0,00
9	925,47	4257,14	1000,00	250,00	770,42	1311,26	5295,71	0,00
10	999,50	4597,71	1000,00	125,00	868,30	1604,61	6900,61	0,00

Fin du passage-machine   Marge d'autofinancement totale (valeur actuelle) 4640,72 $

Fig. 1.7 Analyse de la marge d'autofinancement: investissement visant à économiser l'énergie—10 000 $—emprunt de 10 ans

2 *Comment économiser énergie et dollars* À LA FERME

La ferme est le noyau central de toute exploitation agricole où se prennent les décisions qui influent sur l'efficacité énergétique de tout l'ensemble. Ces décisions touchent la disposition des bâtiments eux-mêmes, la conception de la maison, des granges et de l'atelier, le choix des services publics et des réservoirs de carburant. Les principes d'une bonne gestion de l'énergie à la ferme sont exposés dans la présente section.

Utiliser des brises-vent pour réduire les coûts de l'énergie. Un bon brise-vent soigneusement installé permet non seulement de réduire les frais de chauffage des bâtiments mais également la consommation de combustible pour l'enlèvement de la neige.

Prévoir les réseaux des services publics en fonction de l'avenir. Un réseau électrique insuffisant gaspille de l'énergie et peut endommager l'équipement à cause du bas voltage. Des canalisations d'eau trop petites font accroitre la consommation d'énergie de la pompe à cause d'une friction excessive dans les tuyaux.

Choisir le système de chauffage le plus économique. Si vous avez le choix entre le propane, le mazout, l'électricité et le gaz naturel, la bonne décision pourra vous faire réaliser des économies s'élevant à plusieurs centaines de dollars par année.

Réduire les pertes de carburant. Diminuer les pertes d'essence par évaporation en protégeant les réservoirs contre le soleil, en les peignant d'une couleur pâle, et en les munissant d'une soupape de sûreté.



Fig. 2.1 La planification et l'exploitation soignées de la ferme permettent de réduire les coûts de l'énergie.

2.1 CONSIDÉRATIONS DANS LA PLANIFICATION DE LA FERME

Peu d'agriculteurs ont l'occasion de mettre sur pied une exploitation entièrement nouvelle. Les bâtiments, les voies, ainsi que les services publics ont souvent été disposés par d'anciens propriétaires. Toutefois, les exploitations tendent à prendre de l'expansion et il est avantageux d'analyser de quelle façon la planification peut faire économiser l'énergie dans les années qui viennent.

Utilisation de brises-vent. L'installation d'un bon brise-vent peut faire économiser jusqu'a 20% d'énergie. Des rideaux-abris et des clôtures brise-vent peuvent empêcher les pertes de chaleur causées par le facteur de refroidissement et l'infiltration du vent.

Contrôle de la neige. Un brise-vent bien conçu aidera aussi à réduire le combustible consacré à l'enlèvement de la neige. Installez les rideaux-abris et les clôtures brise-vent bien contre le vent en amont des endroits où on doit circuler. Prévoyez un endroit où la neige peut s'accumuler sans nuire aux déplacements. Orientez les entrées et l'accès aux bâtiments de façon à profiter du soleil pendant l'hiver et a les protéger contre l'accumulation de la neige.

Les arbres: une source d'air climatisé. Un rideau protecteur bien situé peut favoriser la circulation de la brise estivale à la ferme et chasser la chaleur. L'ombre des arbres permet aussi le rafraichissement par évaporation. Laissez le coté sud de la ferme relativement dégagé pour permettre au soleil d'hiver et à la brise estivale d'y pénétrer. Si vous désirez des arbres de ce coté, plantez des arbres à feuilles caduques qui donneront de l'ombre pendant l'été et laisseront pénétrer le soleil l'hiver après la chute des feuilles.

Profiter du soleil comme source de chaleur. Les bâtiments devraient être disposés de façon à profiter de l'angle du soleil d'hiver pour en tirer un chauffage passif tout en étant protégés contre le soleil brûlant de l'été.

On peut atteindre cet objectif en plaçant correctement les fenêtres et les surplombs.

EXEMPLE

Prenons par exemple une exploitation non protégée dont le coût total de chauffage s'élève à 1 000 $ par année. L'enlèvement de la neige dans les entrées nécessite chaque année 25 heures de travail au tracteur, soit une consommation horaire de 20 litres de carburant.

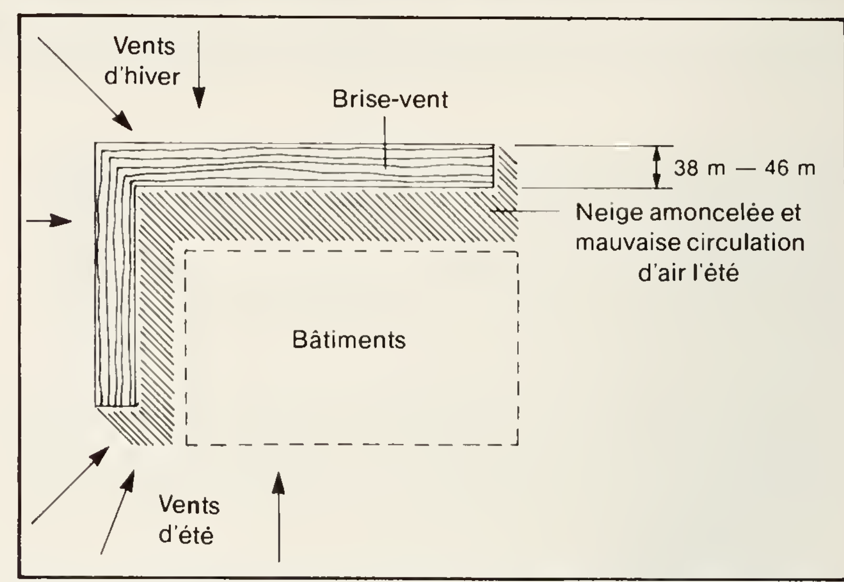


Fig. 2.2 Un bon brise-vent permet de réduire les coûts associés à l'enlèvement de la neige (référence no 1)

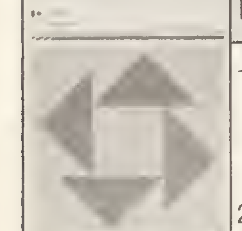
Genre de brise	Zone d'amoncellement	Zone de protection
Clôture pleine	5H	15H
Clôture ajourée	10H	20H
Rideau-abri	5H-10H	15H-20H

Fig. 2.3 Zones d'amoncellement de la neige et de protection contre le vent créées par divers types de brise-vent de hauteur H.

Économies possibles

1) Un bon brise-vent pourrait permettre de réduire de 20 % le coût du chauffage.
   $ économisé = 0,20 x 1 000 $ = 200 $ par année
2) Le contrôle de la neige pourrait permettre de diminuer de 50 % le temps d'utilisation du tracteur.
   Carburant économisé = 0,50 x 25 h x 20 L/h = 250 L
   À 40 c./L, $ économisés = 0,40 $ x 250 = 100 $/année.

Total = 300 $/année.



POUR EN SAVOIR PLUS:

1) **Planification de la ferme.** Publication no 1674 F distribuée par le Direction générale des communications, Agriculture Canada, Ottawa (Ontario) K1A 0C7.

2) **Protection contre neige et vents à la ferme et au parc.** Publication 1461 distribuée par la Direction générale des communications, Agriculture Canada, Ottawa (Ontario) K1A 0C7.

3) **Design Your Landscape to Conserve Energy.** Energy Factsheet no 5. Publication distribuée par: Co-operative Extension Service, Michigan State University, East Lansing, Michigan 48824.

4) **Farmstead Design for Energy Efficiency.** Brochure distribuée par: Co-operative Extension Service, College of Agriculture, University of Illinois, Urbana-Champaign. Region Extension Office, R.R 5 Macomb, Illinois 61455.

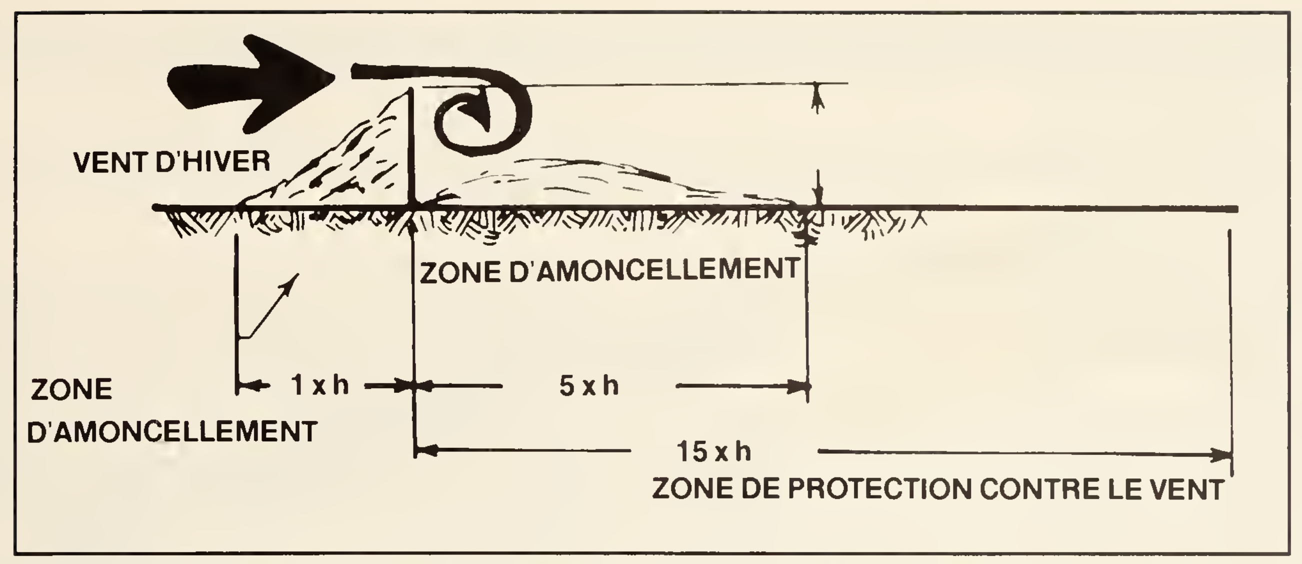


Fig. 2.4 Zone de protection obtenue au moyen d'une clôture brise-vent pleine (*The Grain Grower*, Décembre 1982)

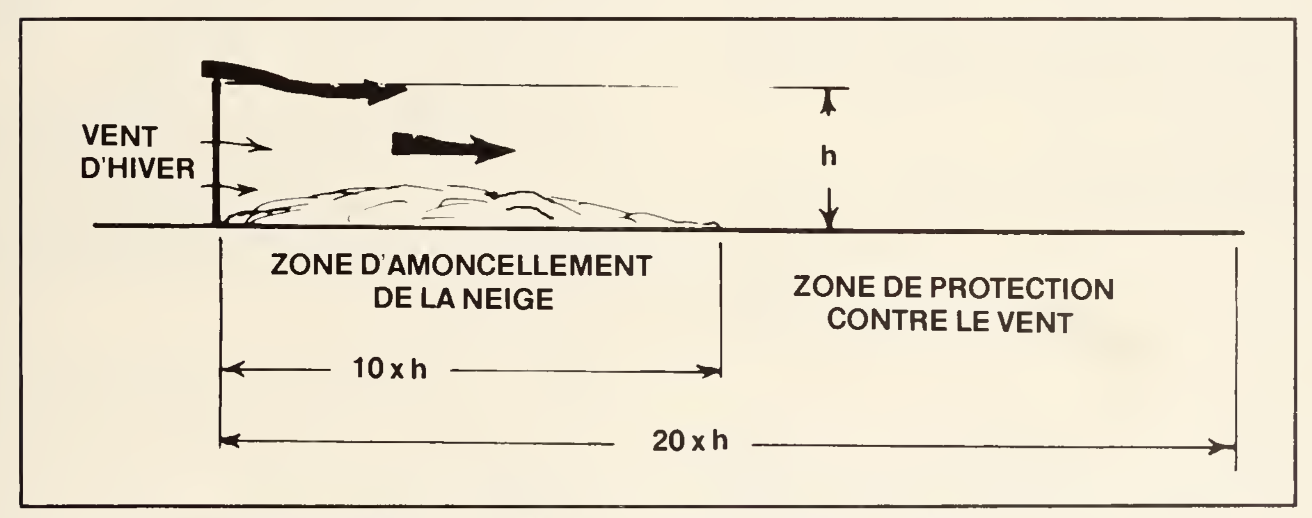


Fig. 2.5 Zone de protection obtenue au moyen d'une clôture brise-vent ajourée (*The Grain Grower*, Décembre 1982)

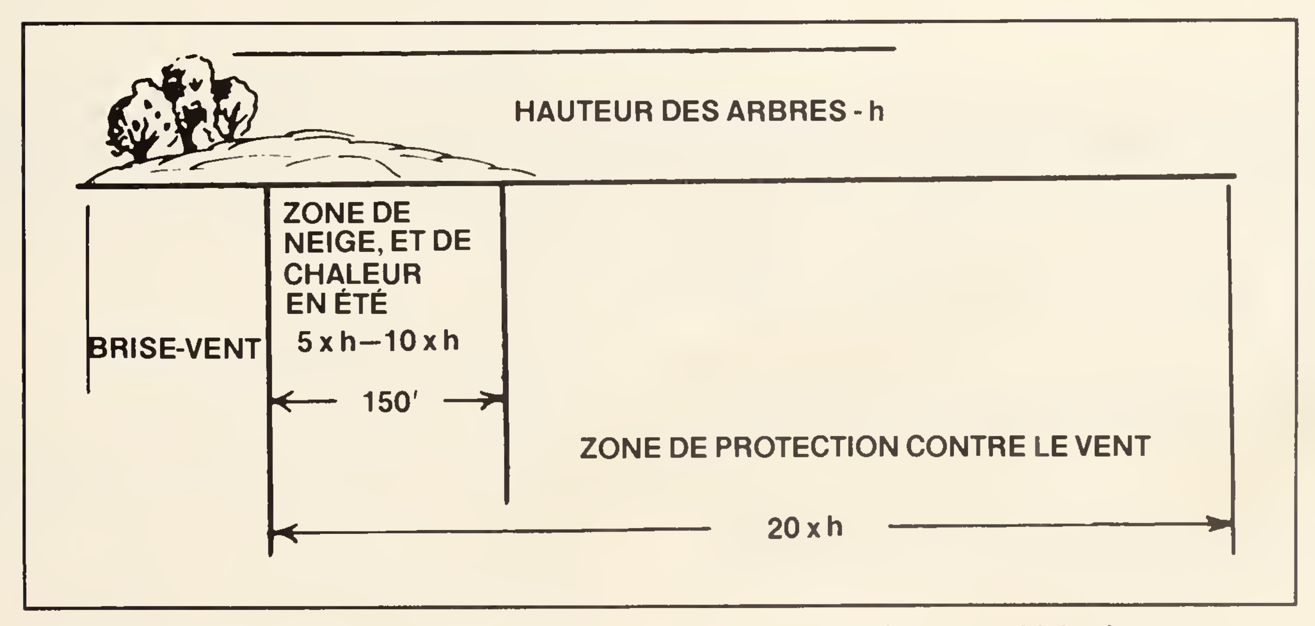


Fig. 2.6 Zone de protection obtenue au moyen d'un rideau d'arbres à rangs multiples (*The Grain Grower*, Décembre 1982)

2.2 PLANIFICATION D'UN SYSTÈME ÉLECTRIQUE EFFICACE

Correctement employée, l'électricité est une forme d'énergie très efficace. Voici quelques lignes directrices à ce sujet.

Équilibrer la charge électrique en regard de la distance. Le transformateur devrait être situé le plus près des endroits où la charge est la plus élevée pour réduire le coût des fils et les pertes d'énergie.

Ne pas lésiner quant à la taille des fils. La taille des fils devrait être telle qu'elle ne permette qu'une chute de tension minimale (on considère qu'une baisse de 2 % est acceptable). Des fils trop minces entraînent une perte d'énergie causée par le réchauffement et compromettent le bon fonctionnement du matériel. On trouve à la figure 2.7 les dimensions recommandées pour des distances et des ampérages types.

Utiliser des moteurs de faible consommation. Les petits moteurs monophasés ordinaires ont une efficacité d'environ 50 %. Les moteurs de faible consommation peuvent réduire de près de 40 % l'ampérage utilisé a cause de leur construction améliorée et de leur puissance; de plus, ils fonctionnent à une température moins élevée, sont plus silencieux et durent plus longtemps.

Contrôler l'éclairage.

1) Passer en revue les besoins d'éclairage à la ferme. Eteignez-vous les lumières lorsque vous n'en avez plus besoin?
2) L'éclairage produit par un watt varie beaucoup selon le genre de lampes (fig. 2.8). Utilisez-vous les lampes les plus efficaces pour l'usage que vous en faites?

Équilibrer la charge. Si votre exploitation est équipée d'un indicateur de puissance maximale, considérer la possibilité d'économiser en controlant la charge de pointe. Vous pourriez réduire considérablement votre facture d'électricité simplement en échelonnant la demande de façon à ce qu'elle ne soit pas concentrée à la même période.

EXEMPLE 1

Quelles économies pouvez-vous réaliser en éteignant les lumières?

De nombreuses exploitations ont une ou plusieurs lampes à vapeur de mercure qui s'allument automatiquement au crépuscule pour éclairer la cour. Si vous en avez un certain nombre, demandez-vous si elles sont toutes nécessaires.

Calcul. Calcul du coût de l'électricité nécessaire au fonctionnement d'une lampe à vapeur de mercure de 250 watts pendant une durée moyenne de 10 heures par jour pendant un an.

D'après la figure 2.8, la lampe et le régulateur requièrent 250 et 35 watts respectivement, soit un total de 285 watts.

Électricité employée pendant un an = (285 W x 1kW/1 0 W x 10 h/j x 365j) = 1 040 kWh.
Coût annuel à raison de 4 c. le kWh = (1 040 kWh x 0,04 4/kWh) = 41,60 $.

EXEMPLE 2

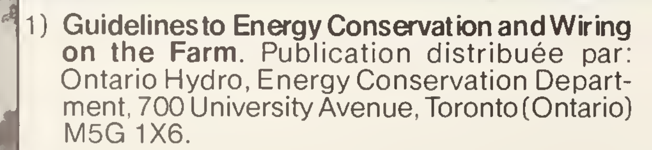
Quelles économies pouvez-vous réaliser en utilisant des ampoules de puissance inférieure?

Les différentes parties de la ferme ou de la maison ne requièrent pas la même intensité d'éclairage. La prochaine fois que vous devrez remplacer une ampoule, essayez-en une plus faible.

Calcul. Si vous remplacez 10 ampoules de 100 watts qui brûlent en moyenne 8 heures par jour par des ampoules de 60 watts, les économies réalisées seront les suivantes:

Économie annuelle d'électricité = (10 ampoules x 40 W x 8 h/j x 365 j) = 1 168 kWh

Économie à raison de 4 c/kWh = (1 168 kWh x 0,04 4/kWh) = 46,72 $.



POUR EN SAVOIR PLUS:

1) **Guidelines to Energy Conservation and Wiring on the Farm.** Publication distribuée par: Ontario Hydro, Energy Conservation Department, 700 University Avenue, Toronto (Ontario) M5G 1X6.
2) **Saving Energy on Your Farm.** Brochure distribuée par: TransAlta Utilities, Energy Management Services, 110-12th Avenue S.W. P.O. Box 1900, Calgary (Alberta) T2P 2M1.
3) **How Wires of Adequate Size Can Save You Power and Money.** Article tiré de la publication Farm News, vol. 18, no 1, distribuée par: B.C. Hydro, Box 248, Abbotsford (Colombie-Britannique) V2S 4N9.
4) **Energy Efficient Electric Motors.** Série de notes d'information distribuées par: TransAlta Utilities, Energy Management Services, 110-12th Ave., S.W. P.O. Box 1900, Calgary (Alberta) T2P 2M1.
5) **Energy and Lighting.** Energy Line, vol. 1, no 3. Publication distribuée par: Alberta Power Limited, 10040-104 St., Edmonton (Alberta) T5J 2V6.
6) **Lighting and Energy Conservation.** Extension Bulletin E-1288. Publicatoin distribuée par: Co-operative Extension Service, Michigan State University, East Lansing, Michigan 48824.
7) **Alberta Farm Building Course—Lesson 7—Service & Utilities.** Publicatoin distribuée par: Rural Education Development Association, 14815-119 Avenue, Edmonton (Alberta) T4L 2N9 (30 $ pour le cours, y compris la reliure).

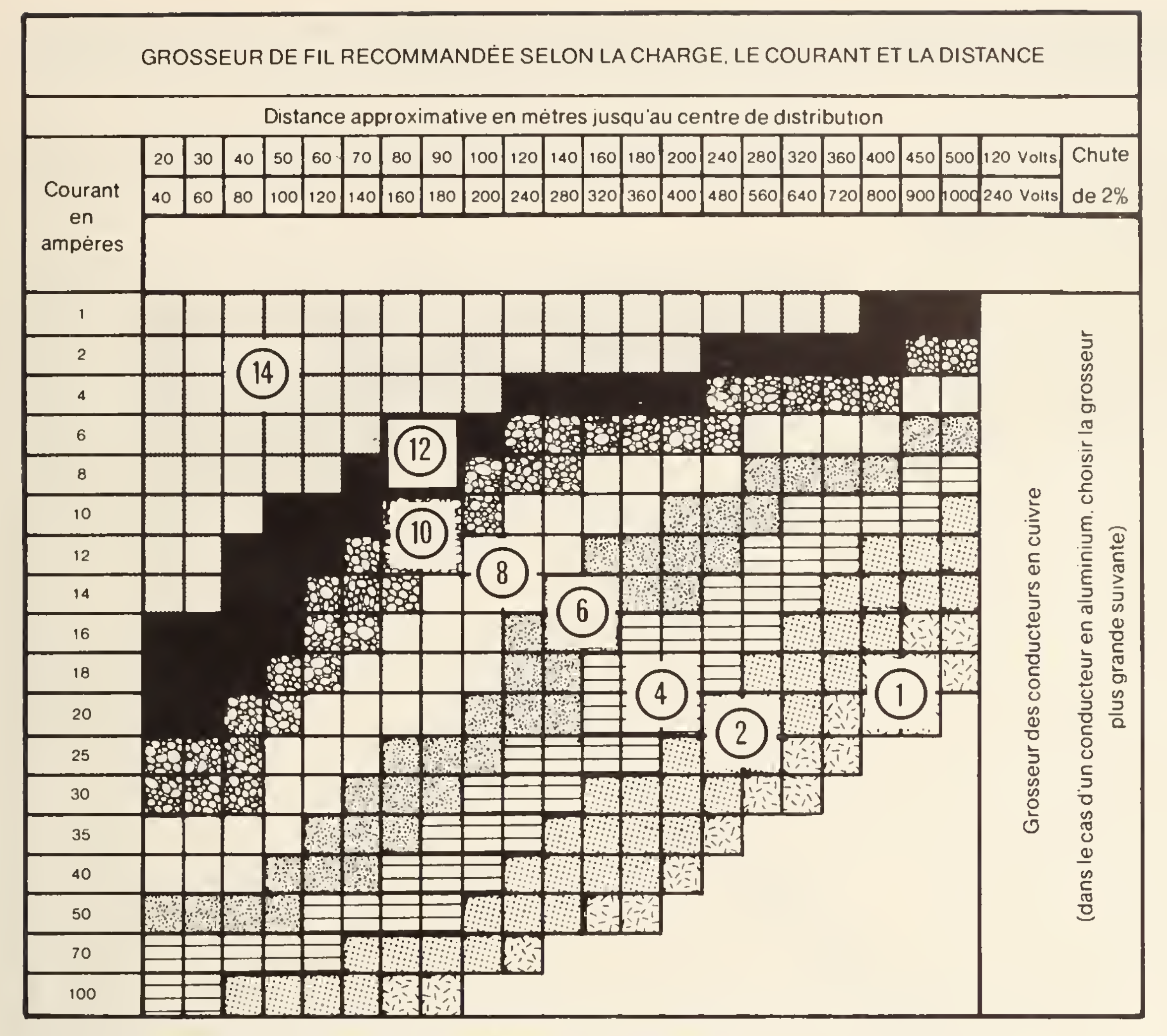


Fig. 2.7 Grosseur de fil recommandée selon la charge, le courant et la distance (*référence no 7*).

EXEMPLE 3

Un tableau des tailles minimales recommandées pour les fils afin de garder la chute de tension inférieure à 2 % est exposé a la figure 2.7. Voici un exemple de perte de chaleur causée par un fil trop petit:

Supposons qu'un fil de 100 m conduit une charge de 70 ampères sur un circuit de 240 volts. Selon la figure 2.7, il est recommandé dans ce cas d'utiliser un fil de cuivre de calibre no 4. Si on utilise un no 6, la chute de tension dépassera 2 % ce qui pourrait faire surchauffer les moteurs. On a fait d'autres calculs (référence no 3) pour estimer le coût des pertes de chaleur causées par des fils trop petits. Dans le cas susmentionné, le coût de l'énergie perdue à cause du réchauffement des lignes (en comptant le coût de l'électricité à 4 c./kWh et 1 000 heures de fonctionnement) s'élèverait environ à 90 $ par année pour un fil no 6 contre 55 $ par année pour la taille recommandée (no 4). Sur une période de 10 ans, l'économie réalisée en employant un fil de la grosseur recommandée s'établirait à 350 $ pour ce circuit seulement.

TYPE	COULEUR	WATTAGE DE LA LAMPE	WATTAGE DU RÉGULATEUR	EFFICACITÉ (NBRE DE LUMENS/WATT)	DURÉE DE LA LAMPE (HEURES)	UTILISATIONS EN AGRICULTURE
À incandescence	Blanc	40		10	1,000	À l'intérieur et a l'extérieur Aux endroits où la température varie grandement Où il faut une gradation d'éclairage
		60		13	1,000	
		100		15	1,000	
		300		20	1,000	
À fluorescence	Blanc	40	8	65	20,000	À l'intérieur (employer un régulateur spécial à amorçage à froid si la températur ambiante descend
		75	15	70	12,000	
À vapeur de mercure	Blanc bleuâtre	250	35	39	24,000	Dans la cour A l'intérieur pour les plafonds élevés
		400	50	46	24,000	
Aux halogénures	Blanc lumineux	175	40	65	7,500	Dans la cour À l'intérieur pour les plafonds élevés
		400	50	76	15,000	
À vapeur de sodium à haute	Blanc doré	100	16	82	20,000	Dans la cour À l'intérieur pour les plafonds élevés Correcteur de couleur disponible
		250	53	88	24,000	
		400	75	105	24,000	
À vapeur de sodium à basse pression	Ambré	35	29	75	18,000	Dans la cour
		90	35	108	18,000	
		180	30	157	18,000	

Fig. 2.8 Comparaison entre les différents types de lampes (*référence no 2*)

2.3 COMPARAISON DES COÛTS DE CHAUFFAGE À LA FERME

Comparaison rapide. Le tableau suivant permet de comparer diverses sources d'énergie auxquelles on a attribué une efficacité et des prix typiques. Toutefois, ces données ne comprennent pas les différences entre les coûts en capital et les frais d'installation particuliers à chaque système. On trouvera une analyse plus détaillée à la page suivante.

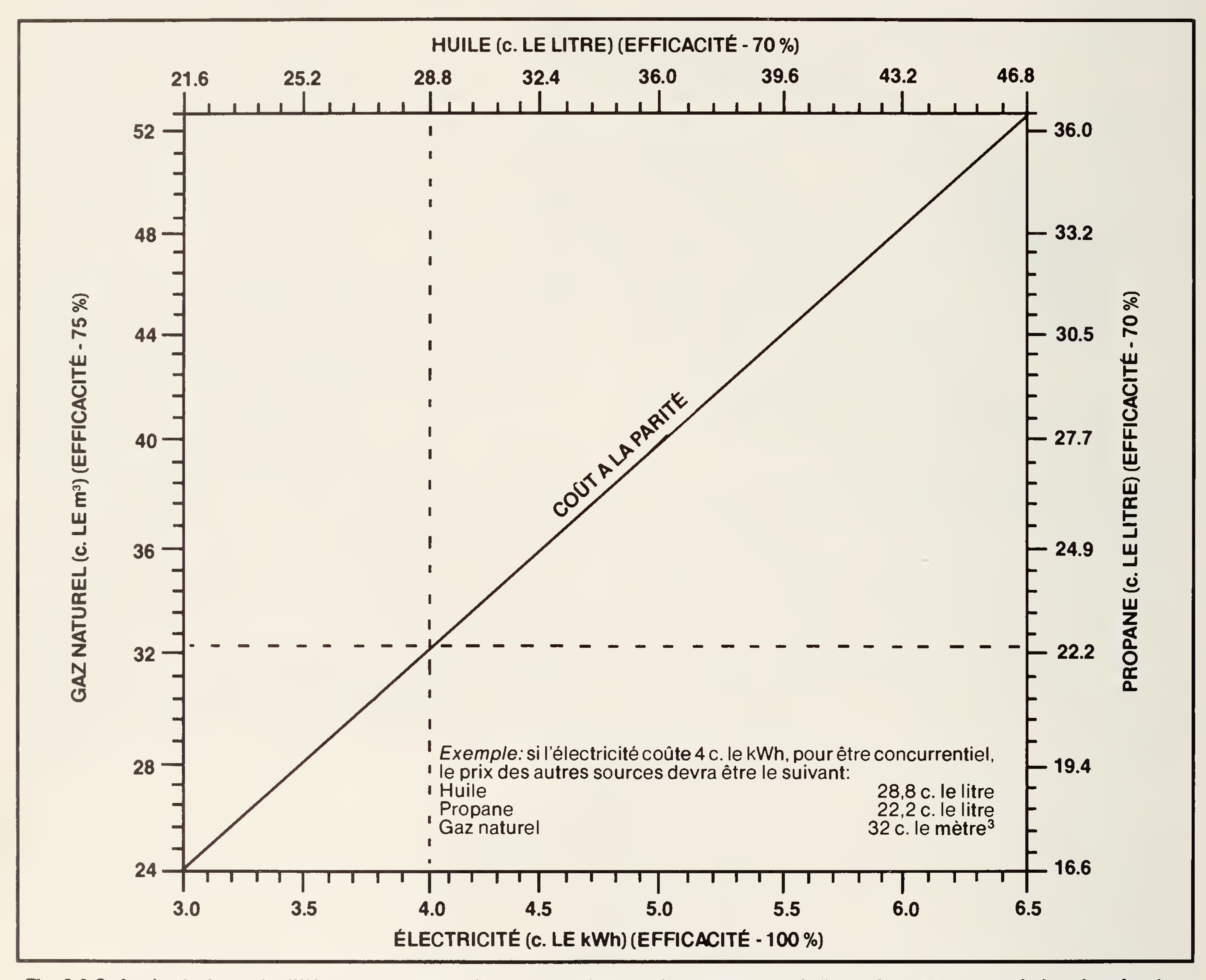


Fig. 2.9 Coûts équivalents de différentes sources d'énergie calorifiques (à n'utiliser que si l'investissement en capital est le même)

POUR EN SAVOIR PLUS:

1) **Comparative Heating Fuel Costs**—Note d'information distribuée par le ministère de l'Agriculture et de l'alimentation de l'Ontario, Information Branch, Legislative Buildings, Toronto (Ontario) M7A 1A5.

2) **Which Heat Source**? Note d'information distribuée par: Alberta Agriculture, Print Media Branch, Main Floor, 70-113 Street, Edmonton (Alberta) T6H 5T6.

3) **Comparing Costs of Energy Sources**-Note d'information distribuée par: Saskatchewan Agriculture, 3085 Albert St., Regina (Saskatchewan) S4S 0B1.

EXEMPLE

Prenons par exemple une exploitation qui utilise actuellement 20 000 L de propane par année à raison de 25 c. le litre, soit un coût total de 5 000 $ comprenant les frais de location du réservoir. Serait-il rentable de remplacer le propane par le gaz naturel vendu 20 c./m³ moyennant un coût d'installation de 2 000 $?

Calcul. On peut voir au tableau A.2 (annexe) que l'énergie fournie par le propane et le gaz naturel est de 25,5 MJ/L et de 37,2 MJ/m³ respectivement. Par conséquent, si les deux combustibles ont la même efficacité, un litre de propane pourrait être remplacé par 0,685 m³ de gaz naturel (25,5/37,2). Après la conversion au gaz naturel, l'exploitation utiliserait:
20 0000 x 0,685 = 13,710 m³ de gaz naturel.
À raison de 20 c./m³, le coût annuel du gaz naturel serait de 13,710 m³ x 0,20 $/m³ = 2 742 $.

Période de récupération

Coût en capital = 2 000 $
Économies de carburant,
1ère année = (5 000-2 742) = 2 258
Période de récupération = (2 000 $/2 258 $) = 0,9 année

Marge d'autofinancement-analyse fiscale. Supposons que le coût en capital du système au gaz naturel évalué à 2 000 $ est amorti en 5 ans à un taux d'intérêt de 12,5 % par année (fig. 2.10). L'agriculteur s'attend à ce que son revenu se situe dans la tranche d'imposition à 20 %. L'allocation du coût en capital pour les installations des services publics est de 100 %. Le propriétaire estime que 80 % du combustible est consacré à l'agriculture et 20 % à son usage personnel.

Conclusion. D'après les prix du combustible donnés et la consommation propre a cette exploitation, le remplacement du propane par le gaz naturel permettrait d'augmenter la marge d'autofinancement de plus de 25 000 $ en 10 ans.

Coût en capital	2000$	Revenu, 1ère année	2258$
Frais de démarrage déductibles	0$	Augmentation du revenu par année (%)	8,0
Entrées (prévus), 1ère année	0$	Terme de l'emprunt (années)	5
Augmentation annuelle des entrées	0,0	Taux d'intérêt sur l'emprunt (%)	12,50
Taux d'imposition (%)	16	Emprunt (1=amort., 2=déc.)	1
Taux général de l'inflation	8	Nombre de paiements par année	1
A.C.C. 1ère année (%)	100,0	Portée de l'étude (1=exploitation entière, 2=partie de l'exploitation)	2
A.C.C. 2ème année (%)	0,0	Durée de l'étude en années	10
A.C.C. autres années (%)	0,0	Année de départ de l'étude	1
Type d'A.C.C. (1=déc., 2=constant)	1	% Versement initial	0$

Année	Entrées	Revenu	Capital	Intérêt	Impôt	Marge d'autofinancement	M.A. totale	A.C.C.
1	0,00	2258,00	311,71	250,00	1,28	1695,01	1695,01	2000,00
2	0,00	2438,64	350,67	211,04	356,42	1520,52	3215,53	0,00
3	0,00	2633,73	394,51	167,20	394,64	1677,38	4892,91	0,00
4	0,00	2844,43	443,82	117,89	436,25	1846,48	6739,38	0,00
5	0,00	3071,98	499,30	62,41	481,53	2028,74	8768,13	0,00
6	0,00	3317,74	0,00	0,00	530,84	2786,90	11555,03	0,00
7	0,00	3583,16	0,00	0,00	573,31	3009,86	14564,89	0,00
8	0,00	3869,82	0,00	0,00	619,17	3250,65	17815,53	0,00
9	0,00	4179,40	0,00	0,00	668,70	3510,70	21326,23	0,00
10	0,00	4513,75	0,00	0,00	722,20	3791,55	25117,78	0,00

Fin du passage-machine Marge d'autofinancement totale (valeur actuelle) 16,981,56$

Fig. 2.10 Analyse de la marge d'autofinancement: remplacement du propane par le gaz naturel

2.4 RÉDUCTION DES PERTES DE CARBURANT ENTREPOSÉ

Évaporation de l'essence dans les réservoirs. Le réchauffement diurne des réservoirs d'essence de couleur foncée exposés au soleil peut faire augmenter la température du carburant d'une valeur allant jusqu'à 10°C au-dessus de la température de l'air extérieur. Sans compter les effets néfastes de cette hausse sur la qualité du carburant, les pertes par évaporation sont importantes. Des épreuves ont montré qu'un réservoir de couleur foncée exposé au soleil de l'été peut perdre plus de 3 % de son volume par évaporation chaque mois (fig. 2.11). Pendant l'hiver, les pertes sont moindres mais demeurent importantes étant donné que le carburant est plus volatile en cette saison. Pour réduire les pertes causées par l'évaporation, on recommande de protéger les réservoirs contre le soleil, de les peindre d'un enduit réflecteur argent ou blanc et de les munir d'une soupage de sûreté (SS). Cette soupape se trouve dans le bouchon de remplissage et empêche les vapeurs d'essence de s'échapper du réservoir à moins que la pression n'atteigne 7 kPa.

On peut simplement remplacer un bouchon ordinaire par un autre muni de ce dispositif. On peut réduire l'évaporation davantage en protégeant le réservoir contre les rayons du soleil et en le gardant rempli la plupart du temps.

Entreposage du carburant diesel. En dépit du fait que l'évaporation du carburant diesel n'est pas importante, on recommande quand même de peindre les réservoirs d'une couleur pâle, de les protéger contre le soleil et de les munir d'une soupape de sûreté. La stabilité de la température dans le réservoir empêche la formation de vapeur et, par conséquent, de condensation.

Réservoirs souterrains. L'évaporation, la formation de dépôts de gomme et la contamination du carburant sont réduites au minimum dans un réservoir souterrain. Avant d'installer un tel réservoir, vous devriez obtenir une copie des règlements relatifs à l'entreposage et à la manutention des liquides inflammables en vous adressant au bureau du Commissaire des incendies ou de l'Imprimeur de la Reine.

Type de réservoir	Évaporation %	Litres perdus par mois par un réservoir de 2 300 litres
Au-dessus du sol, de couleur foncée	3.0%	68.0
Au-dessus du sol, de couleur foncée, à l'ombre	1.5	34.0
Au-dessus du sol, de couleur foncée, à l'ombre et muni d'une SS	0.75	17.0
Au-dessus du sol, de couleur pâle	2.0	45.0
Au-dessus du sol, de couleur pâle, à l'ombre	1.0	23.0
Au-dessus du sol, de couleur pâle, à l'ombre et muni d'une SS	0.5	11.0
Souterrain	≃ 0.0	≃ 0.0

Fig. 2.11 Pertes subies par évaporation, l'été, dans divers types de réservoirs

Comment éviter la contamination du carburant

1) Acheter le carburant d'un fournisseur digne de confiance.
2) Laisser reposer le nouveau carburant au moins 24 heures avant de s'en servir.
3) Incliner les réservoirs de manière à ce que l'eau puisse se déposer loin de la bouche d'approvisionnement.
4) Enlever l'eau dans le fond du réservoir au moins une fois par année.
5) Installer un filtre dans la tuyauterie pour enlever la saleté et l'eau.
6) Ne jamais entreposer de carburant diesel dans un réservoir ayant contenu de l'essence.
7) Garder les réservoirs aussi pleins que possible en tout temps.



POUR EN SAVOIR PLUS:

1) **Fuel Storage - How to Avoid Problems and Save Money.** Publication distribuée par: Federated Co-operatives Limited, 401 - 22nd Street East, P.O. Box 1050, Saskatoon (Saskatchewan) S7K 3M9.
2) **Farm Fuel Storage.** Note d'information distribuée par: Saskatchewan Agriculture, 3085 Albert St., Regina (Saskatchewan) S4S 0B1.
3) **Farmstead Storage of Fuels - Reduction of Evaporation Losses.** Enginering Notes, publication distribuée par: B.C. Ministry of Agriculture, Engineering Branch, Abbotsford (Colombie-Britannique) V2S 2C5
4) **Fuel Storage.** Note d'information distribuée par: Co-operative Extension Service, University of Nebraska, Lincoln (Nebraska) 68583.

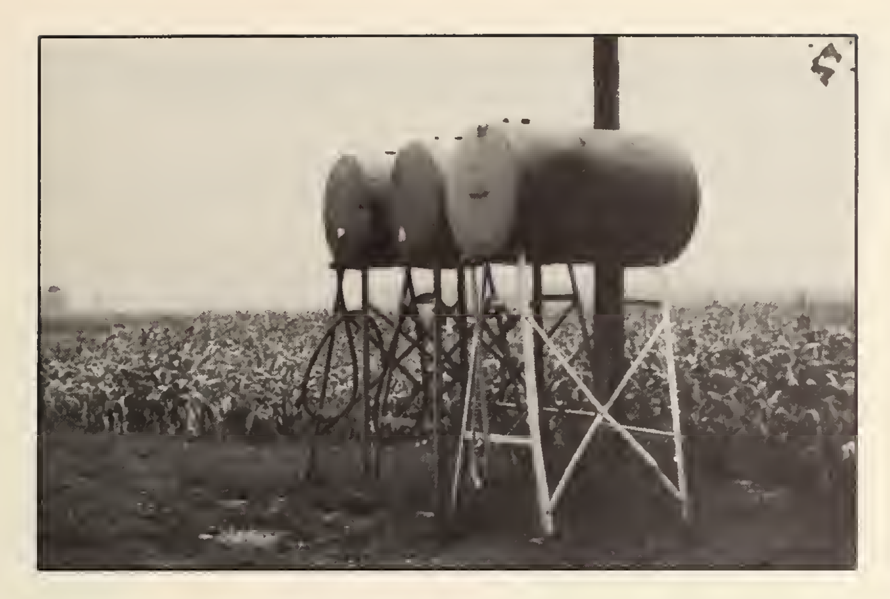


Fig. 2.12 a) Les pertes par évaporation sont les plus élevées dans le cas des réservoirs d'essence exposés au soleil et de couleur foncée.



Fig. 2.12 b) Les pertes par évaporation sont réduites lorsque les réservoirs sont de couleur pâle, protégés contre le soleil et munis de soupapes de sûreté.

EXEMPLE

Prenons le cas d'un réservoir d'essence d'une capacité de 2 300 L, de couleur foncée, et exposé au soleil. Supposons que la perte moyenne est de 2 % par mois:

Perte annuelle par évaporaton = (0,02 x 2 300 x 12) = 522 L.

Onpeut réduire les pertes par évaporation à moins de 0,5 % par mois en protégeant le réservoir contre le soleil, en le peignant d'une couleur pâle et en installant une soupape de sûreté (SS).

En supposant que le pourcentage moyen d'évaporation est abaissé à 0,04 % par mois, la réduction annuelle des pertes serait de 110,4 L (0,004 x 2 300 x 12).

Carburant économisé = (552 L - 110 L) = 442 L/année

$ économisés = (442 L x 0,40 $/L) = 176,80 $/année

3 *Comment économiser énergie et dollars* À LA MAISON

Dans de nombreux cas, l'énergie consommée à la maison est plus élevée que nécessaire. Voici donc quelques suggestions qui permettraient à l'exploitant d'économiser plusieurs centaines de dollars par année.

Baisser les thermostats. Des épreuves ont montré qu'en baissant la température de 1 à 2°C, on peut diminuer de façon importante le coût du chauffage. Il en va de même pour la température de l'eau chaude.

Éviter le gaspillage. Même des habitudes aussi simples que d'éteindre les lumières, d'utiliser moins d'eau chaude et de n'employer la lessiveuse et le lave-vaisselle que lorsqu'il y a suffisamment d'articles pour les remplir peuvent faire économiser beaucoup d'énergie au cours de l'année.

Acheter des appareils électroménagers efficaces. Vérifier les étiquettes d'ÉNERGUIDE pour comparer l'efficacité des appareils car il peut y avoir de grandes différences entre les marques et les modèles.

Voir à l'entretien du matériel. La chaudière (souvent appelée fournaise) fonctionne mieux si le filtre et le brûleur sont propres. On doit aussi enlever régulièrement les dépôts qui se sont formés dans le réservoir à eau chaude. On doit également s'assurer que les appareils sont entretenus selon les recommandations du fabricant.

Pose de coupes-bise et calfeutrage. L'air qui s'infiltre autour des portes, des fenêtres et des autres ouvertures peut faire grimper les coûts du chauffage de 100 à 200 $ par année. Empêchez l'air de pénétrer en posant des coupes-bise et en calfeutrant.

Assurer l'étanchéité du coupe-vapeur. Le coupe-vapeur n'est pas entièrement étanche dans la plupart des maisons. N'ajoutez pas d'isolant dans le grenier avant d'avoir assuré l'étanchéité du coupe-vapeur, sinon vous pourriez avoir des problèmes de condensation et de formation de glace.

Isoler le sous-sol. Lorsque le sous-sol n'est pas isolé, le tiers des pertes totales de chaleur se fait par le plancher et les murs. C'est au sous-sol et non au grenier qu'on doit commencer à isoler.

Planifier la construction d'une maison qui consomme peu d'énergie. Si vous avez l'intention d'avoir une nouvelle maison, regardez les modèles conçus en fonction de l'économie d'énergie. Il est tout aussi important de trouver un entrepreneur qui s'y connaisse en ce domaine.

Envisager de rénover la maison pour économiser l'énergie. Des propriétaires et des entrepreneurs ont trouvé des façons très ingénieuses de rénover des maisons plus anciennes pour les rendre plus économiques du point de vue de l'énergie.

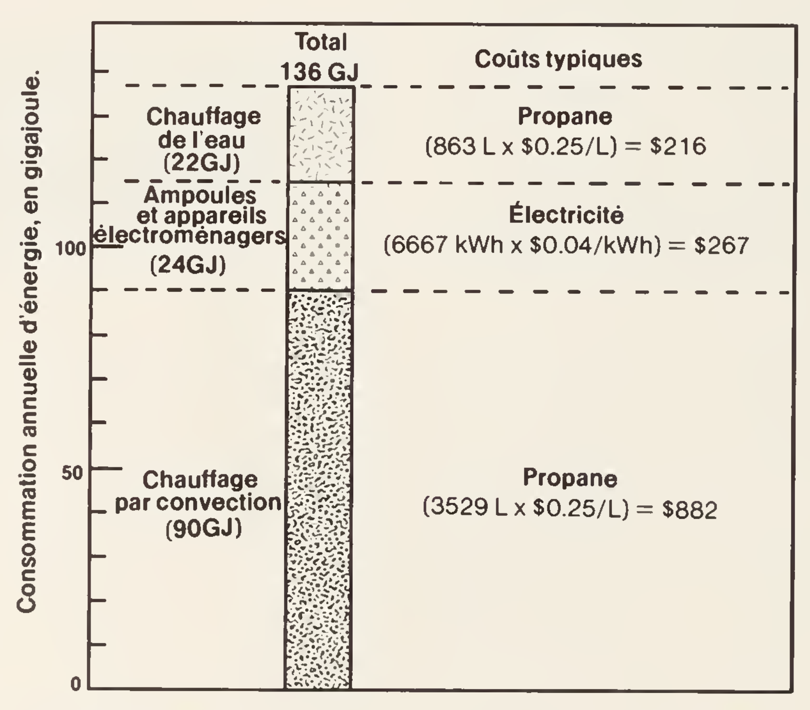


Fig. 3.1 Ventilation des coûts de l'énergie dans une maison ordinaire

POUR EN SAVOIR PLUS:

1) **Energy Conservation In The Home.** Factsheet EC200B, publication distribuée par: B.C. Hydro, Energy Use Engineering Department, 625 Howe Street, Vancouver (Colombie-Britannique) V6C 2T6.

2) **Your Home Energy Quiz.** Publication distribuée par: Energy Conservation Branch, Alberta Energy and Natural Resources, 7th Floor, 9915-100 Street, Edmonton (Alberta) T5K 2C9.

3) **Saving Energy in Existing Houses.** Factsheet PM 789, publication distribuée par: Cooperative Extension Service, Iowa State University, Ames (Iowa) 50011.

3.1 EMPÊCHER L'ÉNERGIE DE S'ÉCHAPPER DE LA MAISON

Fuites d'air. On néglige souvent les pertes d'énergie causées par les fuites d'air chaud en pensant à tort qu'il suffit d'empiler plus d'isolant dans le grenier pour rendre une maison efficace du point de vue énergétique. En réalité, la première étape pour conserver l'énergie devrait consister à boucher les nombreuses fissures et ouvertures qui permettent à l'air chaud de s'échapper de la maison. Ces fuites représentent un tiers des pertes totales de chaleur d'une maison ordinaire.

Installation de coupes-bise. On peut empêcher l'air de s'échapper autour des parties mobiles (portes, fenêtres, trappes) en installant des coupes-bise, de métal, de plastique, de feutre ou de caoutchouc mousse.

Calfeutrage. Le calfeutrage consiste à boucher les fissures entre les surfaces fixes, comme les seuils, les solives, le cadre des portes et des fenêtres, les évents, les prises de courant et les conduits électriques. On recommande différents matériaux de calfeutrage selon l'endroit. La pâte à base de butylcaoutchouc est un bon matériel d'usage général qui peut être peint. La pâte à sceller acoustique est excellente pour les endroits situés à l'intérieur et qui sont recouverts (p. ex., coupe-vapeur), mais elle ne convient pas pour les surfaces exposées à l'extérieur. On doit utiliser un mastic résistant à la chaleur pour boucher les fissures autour des cheminées.

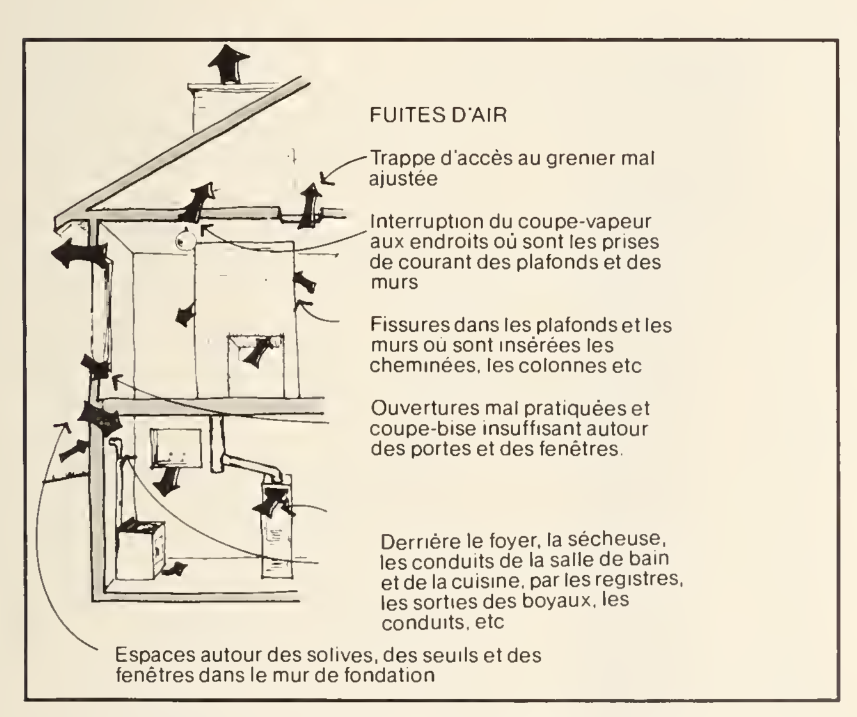


Fig. 3.2 Fuites d'air typiques dans une maison *(référence no 2)*

EXEMPLE

Supposons qu'on investisse 100 $ pour acheter des coupes-bise et du matériel de calfeutrage afin de réduire de 50 % les fuites d'air. Si les pertes par infiltration représentent un tiers des pertes totales de chaleur et que le coût annuel du chauffage est de 800 $ par année, l'économie annuelle serait de:

(0,50 x 0,33 x 800 $) = 132 $.

En l'espace de 10 ans, même sans augmentation du coût réel de l'énergie, l'investissement de 100 $ rapporterait 1 320 $.



Fig. 3.3 L'installation de coupes-bise permet de réduire les pertes de chaleur autour des portes et des fenêtres *(référence no 2)*

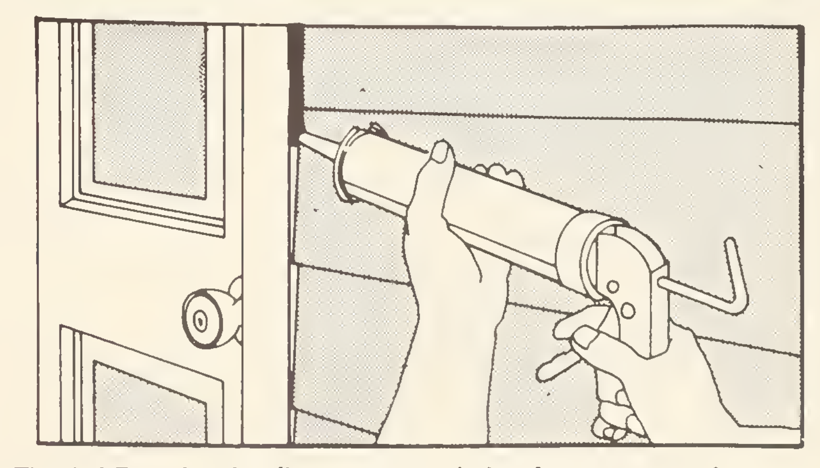


Fig. 3.4 Boucher les fissures avec de la pâte en cartouche au moyen d'un pistolet d'application *(référence no 3)*

POUR EN SAVOIR PLUS:

1) **Seal Your House Before Re-Insulating.** Brochure distribuée par: Saskatchewan Energy and Mines, 1914 Hamilton Street, Regina (Saskatchewan) S4P 4V4

2) **How to Weatherstrip and Caulk Your Home.** Publication distribuée par: Energy Conservation Branch, Alberta Energy and Natural Resources, 7th floor, 9915-100 Street, Edmonton (Alberta) T5K 2C9.

3) **Selecting Caulking Compounds For Home and Farm.** Factsheet no 202, publication distribuée par: Cooperative Extension Service, Oklahoma State University, Stillwater, Oklahoma 74078.

4) **Caulking and Weatherstripping.** Note d'information distribuée par: Housing Renovation and Energy Conservation Unit, ministère des Affaires municipales et du Logement, Queen's Park, Toronto (Ontario).

3.2 AJOUTER DE L'ISOLANT

Commencer par le sous-sol. Si le sous-sol de votre maison n'est pas isolé, c'est par là qu'il faut commencer. En améliorant les murs du sous-sol, vous éliminerez une source importante de pertes de chaleur tout en créant de l'espace utilisable. Les façons recommandées pour isoler un sous-sol par l'intérieur ou l'extérieur sont illustrées aux figures 3.5 et 3.6.

Plafonds. Pour améliorer l'isolation du plafond, la première étape consiste d'abord à boucher les fissures dans le coupe-vapeur (voir la section 3.1) avant d'ajouter de l'isolant sinon, l'expérience la montré, il y aura des problèmes d'humidité et d'amoncellement de glace dans le grenier. En effet, en ajoutant de l'isolant au-dessus du plafond, le grenier devient plus frais, et l'air chaud et humide qui était auparavant expulsé par la ventilation dans le grenier se condense. Ilsuffit donc de boucher les fissures dans le coupe-vapeur avant d'ajouter de l'isolant. En outre, il faut s'assurer de ne pas obstruer les évents du grenier avec le nouvel isolant.

Murs. On peut injecter de la fibre de cellulose avec un équipement spécialisé dans les murs non isolés des maisons plus anciennes. Cependant, il faut prendre garde au tassement et au voûtage. Comme c'est une entreprise assez importante, ily aurait peut être lieu de considérer une rénovation extérieure, c'est-à-dire ajouter de l'isolant et un parement à l'extérieur de la structure existante (voir la section 3.6).

Fenêtres. Remplacez toutes les fenêtres à vitrage simple par des fenêtres à vitrage double ou triple (ou au moins installez des contre-fenêtres).

Aide financière

1) Une subvention est accordée dans le cadre du Programme d'isolation thermique des résidences canadiennes (PITRC) pour isoler des résidences unifamiliales répondant à certains critères. Elle couvre 60 % du coût du matériel et de la main-d'oeuvre jusqu'à un maximum de 500 $. Pour obtenir de plus amples renseignements et des formulaires de demande, téléphonez au bureau du PITRC de votre province.

2) Dans certaines provinces, les entreprises de services publics offrent des prêts à intérêt peu élevé pour des projets de conservation d'énergie à la maison. Informez-vous auprès des bureaux locaux de services publics.

POUR EN SAVOIR PLUS:

1) **Checklist to Cut Home Energy Costs.** Publication distribuée par le ministère de l'Énergie et des Mines du Manitoba, Energy Information Centre, 500, ave. Portage, Winnipeg (Manitoba) R3C 0V8.

2) **Emprisonnons la chaleur.** Publication distribuée par la Direction générale de la conservation et de l'énergie renouvelable, Énergie, Mines et Ressources Canada, 580, rue Booth, Ottawa (Ontario) K1A 0E4.

3) **How To Insulate Your Basement - Interior Method.**

4) **How To Insulate Your Basement - Exterior Method.**

Publications distribuées par: Alberta Energy and Natural Resources, Energy Conservation Branch 9915 - 108 Street, Edmonton (Alberta) T5K 2C9.

5) **ENER$AGE pour l'isolation thermique des maisons.** Questionnaire gratuit sur les économies réalisables en isolant les maison n'importe où au Canada. Pour obtenir de plus amples renseignements et des formulaires de demande, communiquez avec ENER$AGE C.P. 5410 Succursale E, Ottawa (Ontario) K1S 5B5.

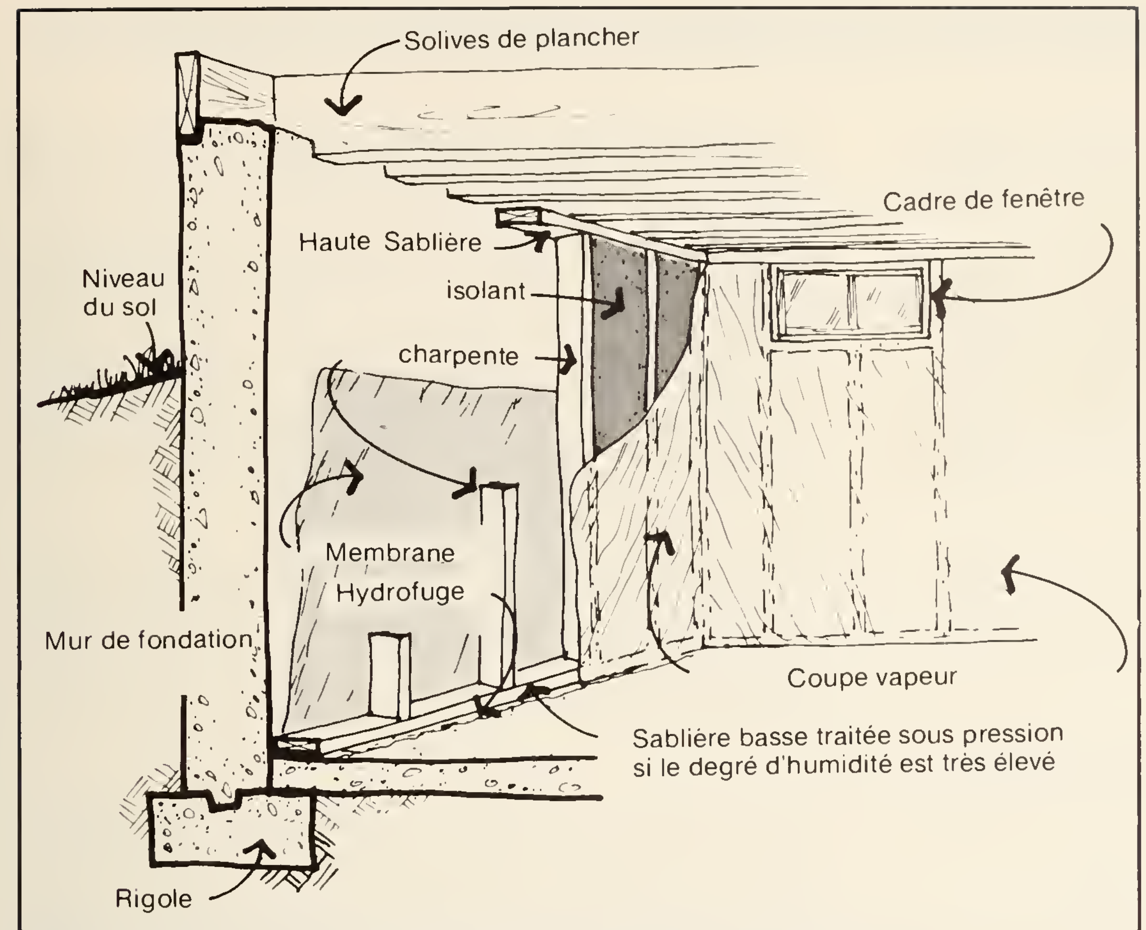
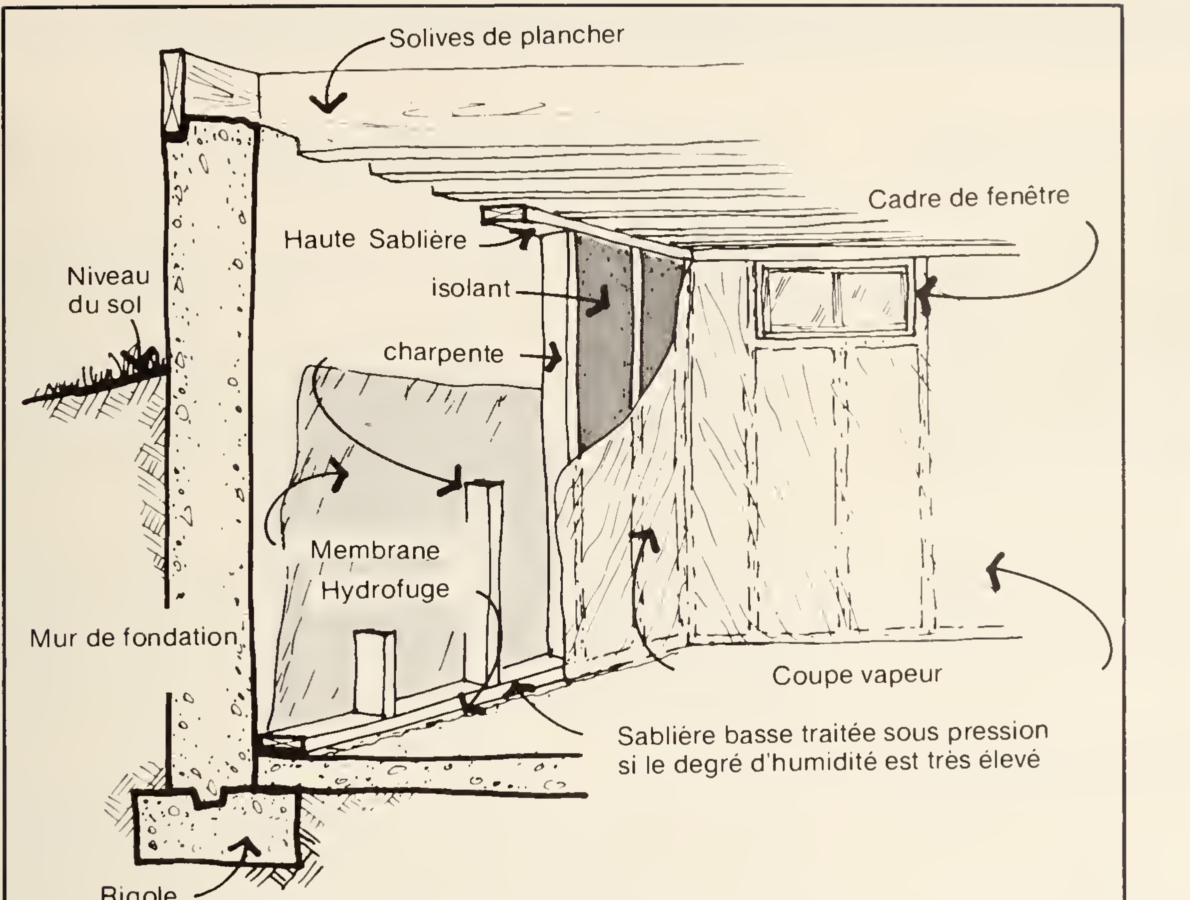



Fig. 3.5 Isolation des murs du sous-sol par l'intérieur *(référence no 3)*



Fig. 3.7 Installation d'isolant en natte dans un grenier non chauffé

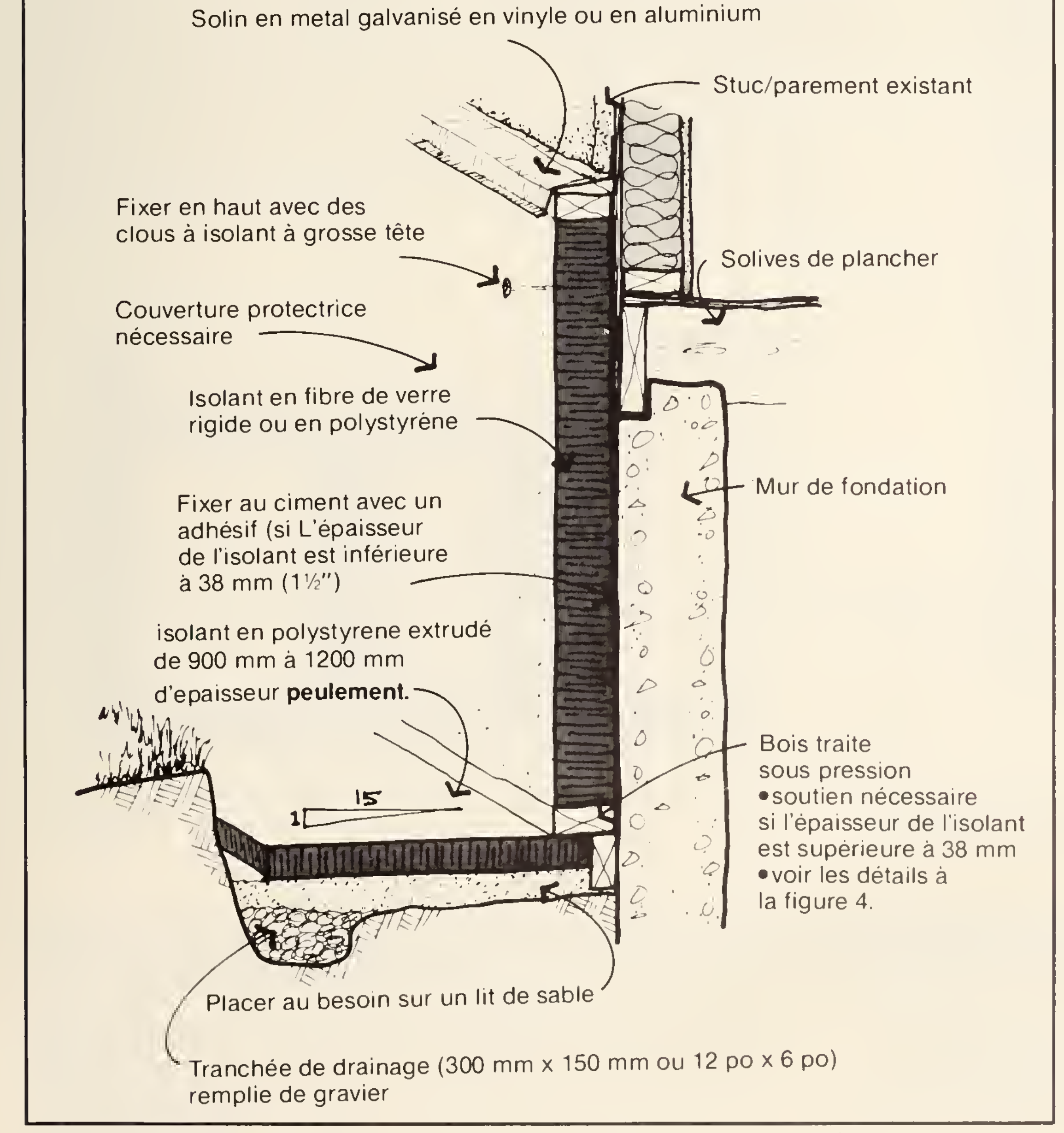


Fig. 3.6 Isolation des murs du sous-sol par l'extérieure *(référence no 4)*

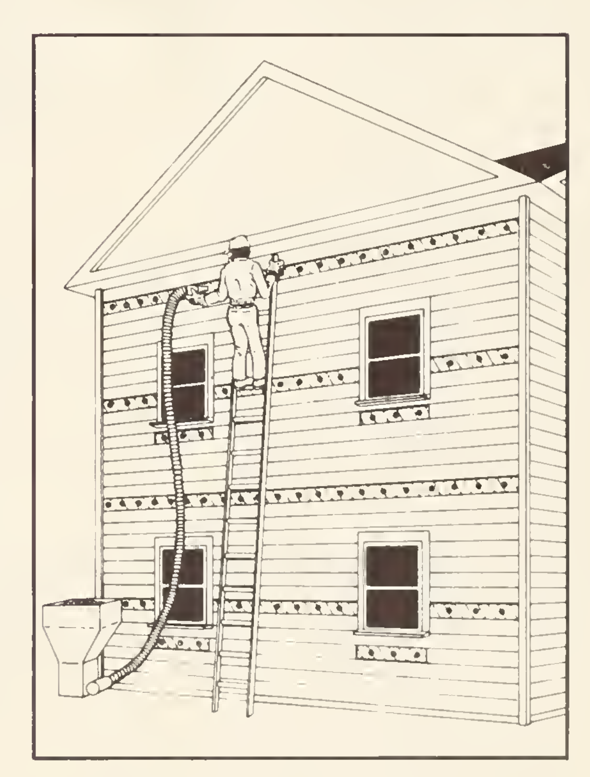


Fig. 3.8 Injection d'isolant entre deux murs

3.3 RÉDUIRE LES COÛTS DE CHAUFFAGE DE L'EAU

La **New Brunswick Electrical Power Commission** a tiré des conclusions intéressantes d'une étude qu'elle a menée sur la consommation de l'eau chaude à la maison et des coûts s'y rapportant.

Consommation d'eau chaude. Le volume quotidien d'eau chaude consommée variait entre 77 et 279 litres dans les 18 maisons qui ont fait partie de l'enquête. L'utilisation par personne allait de 19 à 135 litres par jour (fig. 3.9).

Température. La température des réservoirs d'eau chaude allait de 41 à 65°C. Remarquez la consommation réduite d'énergie lorsque la température des réservoirs est moins élevée.

Coût. Tous les systèmes fonctionnait à l'électricité (4 c./kWh.). Les coûts annuels de l'eau chaude allaient de 86 à 304 $.

Suggestions de conservation:

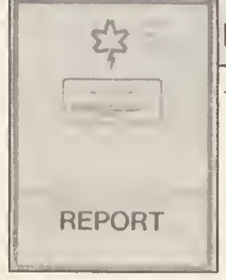
1) Employez moins d'eau chaude. Installez un régulateur de débit sur les robinets et les pommes de douche. Ne laissez pas couler l'eau pendant que vous vous rasez ou que vous rincez la vaisselle. Dans la mesure du possible, servez-vous de l'eau froide.

2) Baissez la température. En baissant simplement le thermostat du réservoir d'eau chaude de 65 à 50°C, vous pourriez économiser 125 kWh par mois ou 15 000 kWh par année. À raison de 4 c./kWh, vous pourriez épargne 60 $ par année. (Malheureusement, la plupart des lave-vaisselles exigent une eau très chaude. Seuls les modèles munis d'éléments survolteurs fonctionnent correctement lorsque l'eau est à une température inférieure.)

3) Isolez le réservoir et les conduits d'eau chaude. Cette mesure permettra de diminuer les pertes de chaleur et d'économiser. Prenez soin de ne pas isoler le dispositif de réglage du réservoir car cela pourrait l'amener à surchauffer.

Numéro de la résidence	Nombre d'occupants	Consommation moyenne d'eau chaude (litres/jour)	Nombre de (litres/occupant) par jour	Température du réservoir (°C)	Ènergie annuelle consommée (kWh)	Coût annuel en $ (à 4 c./kWh)
1	3	87	29	55	2161	$86
2	4	264	53	55	5524	221
3	5	229	57	50	4039	186
4	2	147	74	43	2577	103
5	5	247	49	47	4966	199
6	2	271	135	49	4691	188
7	3	178	59	54	4130	165
8	2	170	85	48	3298	132
9	3	212	71	54	4880	195
10	6	279	47	65	7608	304
11	4	278	69	62	7243	290
12	2	163	82	41	2970	119
13	4	257	64	47	5906	236
14	2	102	51	65	3341	134
15	4	151	38	53	3811	152
16	2	152	76	46	3259	130
17	4	77	19	56	2309	92
18	3	199	66	60	4688	188

Fig. 3.9 Consommation annuelle d'eau chaude dans 18 foyers.



POUR EN SAVOIR PLUS:

1) **Détermination de l'énergie requise pour produire l'eau chaude domestique.** Rapport de recherches no 913 U 160 distribué par l'Association canadienne de l'électricité, pièce 580, 1, carré Westmount, Montréal (Québec) H3Z 2P9 (Prix inconnu).

3.4 ACHETER DES APPAREILS ÉLECTROMÉNAGERS EFFICACES

Dans le cadre du programme ÉNERGUIDE mis en oeuvre en 1978 par Consommmation et Corporations Canada, on vérifie les principaux appareils électroménagers vendus au Canada pour déterminer leur taux de consommation d'électricité. Ces données figurent sur les étiquettes ÉNERGUIDE placées sur les nouveaux appareils.

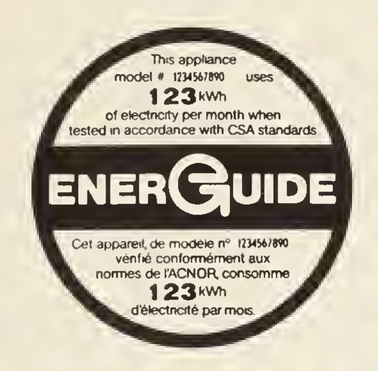


Fig. 3.10 Comparez les étiquettes ÉNERGUIDE sur les appareils électroménagers

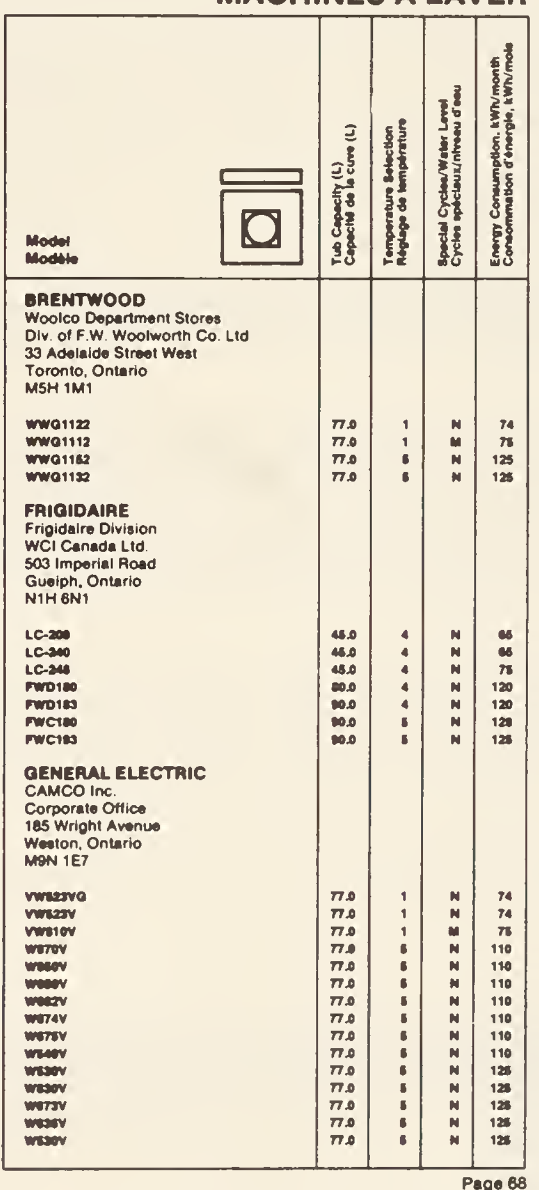
Comparez les coûts de l'énergie. Les publications ÉNERGUIDE sont basées sur le tableau suivant pour montrer les économies réalisables en faisant des achats judicieux du point de vue énergétique. Le tableau permet de comparer rapidement les coûts de l'énergie en 10 ans, d'après divers taux de consommmation et prix de l'électricité. Par exemple, si l'électricité coûte 4 c./kWh, on pourra économiser 240 $ en 10 ans en utilisant un appareil coté 100 au lieu d'un autre coté 150 kWh/mois (720 - 480 = 240 $). Il est à remarquer que ces calculs ne tiennent pas compte des augmentations prévues du coût de l'énergie, ce qui pourrait doubler ou tripler les économies réalisables. En outre, les tests sont fondés sur les habitudes moyennes d'utilisation. Pour de nombreux appareils électroménagers, on note des écarts de l'ordre de 50 % attribuables aux habitudes individuelles.

Cents le kilowatt heure							
[illegible]	$120	$180	$240	$300	$360	$420	$480
[illegible]	180	270	360	450	540	630	720
4	[illegible]	[illegible]	480	[illegible]	720	840	960
[illegible]	300	450	[illegible]	750	[illegible]	1,050	1,200
[illegible]	360	540	[illegible]	900	[illegible]	1,260	1,440
[illegible]	420	630	[illegible]	1,050	[illegible]	1,470	1,680
[illegible]	480	720	[illegible]	1,200	[illegible]	1,680	1,920
[illegible]	540	810	[illegible]	1,350	[illegible]	1,890	2,160
[illegible]	$600	900	[illegible]	1,500	[illegible]	2,100	$2,400
Nombre de kilowatts-heure par mois	[illegible]	[illegible]	100	[illegible]	150	[illegible]	[illegible]

Fig. 3.11 Coût de l'électricité consommée par les électroménagers en 10 ans *(référence no 1).*

EXEMPLE

On trouve souvent des écarts importants dans les cotes ÉNERGUIDE de différents modèles du même appareil et du même fabricant. Par exemple, toutes les lessiveuses General Electric énumérées ci-dessous ont la même capacité. Toutefois, le modèle le plus efficace pourrait vous faire économiser 50 kilowatts-heure par mois. À raison de 4 c./kWh, vous pourriez épargher 24 $ la première année. Si les prix de l'électricité augmentent de 10 % par année et que vous gardez la machine pendant 10 ans, vous pourrez économiser un total de 382 $ en achetant le modèle le plus efficace.

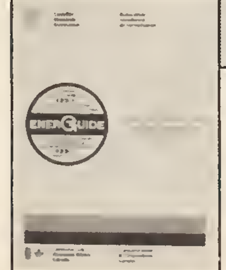


CLOTHES WASHERS
MACHINES À LAVER

Model / Modèle	Tub Capacity (L) / Capacité de la cuve (L)	Temperature Selection / Réglage de température	Special Cycles/Water Level / Cycles spéciaux/niveau d'eau	Energy Consumption, kWh/month / Consommation d'énergie, kWh/mois
BRENTWOOD Woolco Department Stores Div. of F.W. Woolworth Co. Ltd 33 Adelaide Street West Toronto, Ontario M5H 1M1				
WWG1122	77.0	1	N	74
WWG1112	77.0	1	M	75
WWG1162	77.0	5	N	125
WWG1132	77.0	5	N	125
FRIGIDAIRE Frigidaire Division WCI Canada Ltd. 503 Imperial Road Guelph, Ontario N1H 6N1				
LC-200	45.0	4	N	65
LC-340	45.0	4	N	65
LC-248	45.0	4	N	75
FWD180	80.0	4	N	120
FWD183	90.0	4	N	120
FWC180	90.0	5	N	128
FWC183	90.0	5	N	125
GENERAL ELECTRIC CAMCO Inc. Corporate Office 185 Wright Avenue Weston, Ontario M9N 1E7				
VW823VG	77.0	1	N	74
VW823V	77.0	1	N	74
VW810V	77.0	1	M	75
W870V	77.0	5	N	110
W860V	77.0	5	N	110
W880V	77.0	5	N	110
W882V	77.0	5	N	110
W874V	77.0	5	N	110
W875V	77.0	5	N	110
W840V	77.0	5	N	110
W830V	77.0	5	N	125
W830V	77.0	5	N	125
W873V	77.0	5	N	125
W836V	77.0	5	N	125
W830V	77.0	5	N	125

Page 68

Fig. 3.12 Consommation énergétique de quelques lessiveuses de modèle semblable *(référence no 1).*



POUR EN SAVOIR PLUS:

1) **ÉNERGUIDE**. Catalogues distribués par tous les bureaux de Consommation et Corporations Canada. Voir l'annuaire téléphonique à la section "Gouvernement du Canada".

2) **Household Appliances - Average Energy Consumption.** Note d'information distribuée par: B.C. Hydro, Energy Use Department, 625 House Street, Vancouver (Coombie-Britannique) V6C 2T6.

3.5 PLANIFIER UNE MAISON ÉCONOME EN ÉNERGIE

La **Saskatchewan Conservation House,** construite en 1977, a servi pour démontrer plusieurs nouveaux concepts d'économie énergétique dans les maisons, lesquels ont depuis été mis à l'essai partout au Canada. Les principaux éléments d'une maison qui consomme peu d'énergie sont les suivants:

Étanchéité. Le coupe-vapeur est depuis longtemps l'élément le plus négligé dans la construction des maison ordinaires. Lorsqu'on vise à économiser l'énergie, on installe un coupe-vapeur en polyéthylène et on prend soin de sceller tous les joints et toutes les ouvertures, en accordant une attention spéciale aux prises de courant, aux seuils, aux plaques, aux fenêtres et aux portes.

Isolation. Les valeurs mininales recommandées pour la résistance thermique (RSI) de l'isolant sont les suivantes: 4,9 dans le cas des murs, 7 pour le plafond et 3,5 pour le sous-sol. La résistance thermique de l'isolant de certaines maisons à faible consommation d'énergie est beaucoup plus élevée. La décision d'isoler davantage est basée sur la rentabilité de l'installation en fonction des régions climatiques et des prix de l'énergie.

Fenêtres. Les fenêtres à double ou triple vitrage sont installées du côté sud de la maison pour capter le maximum d'énergie solaire. Le surplomb est conçu de façon à protéger les fenêtres du soleil de l'été et à empêcher le surchauffage.

Systèmes de chauffage. Une maison qui consomme peu d'énergie n'a pas besoin d'une chaudière aussi grosse que celle employée dans une maison ordinaire. Plusieurs fabricants offrent, maintenant des chaudières plus petites et très efficaces. On peut également utiliser à la place de petits appareils de chauffage électriques ou des serpentins à l'eau chaude.

Échangeurs de chaleur. La ventilation controlée au moyen d'échangeurs de chaleur air-air permet de récupérer une grande partie de la chaleur dans l'air d'échappement. Elle empêche aussi l'air de devenir humide ou malsain dans une maison entièrement étanche.

EXEMPLE
On estime en général qu'il en coûte de 10 à 15 % de plus pour rendre une maison efficace du point de vue énergétique. Comment calculer si l'investissement en vaut la peine?

Prenons par exemple une maison de 96 m²=près de Saskatoon (Saskatchewan).

Le coût de construction d'une maison ordinaire a été estimé à 52 000 $. Il en coûterait 6 000 $ de plus pour la rendre efficace du point de vue de l'énergie. Les économies d'énergie provenant du chauffage par convection seraient de 75 GJ. Le propane se vend 20 c./L. Le financement est disponible à 12,5 % d'intérêt.

Calcul. Un litre de propane fournit 25,5 MJ d'énergie, ou 0,0255 GJ.

Pour fournir 75 GJ moyennant une efficacité type de 65 %, il faudrait 4 615 litres de propane [(75/(0,0255 x 0,65)].

À raison de 20 c. le litre, le propane économisé pendant un an (en choisissant la construction qui vise à économiser l'énergie) équivaudrait à:

(4 615 x 0,20 $) = 923 $

La période de récupération serait de 6,5 ans (6 000 $/923 $).

Si on considère la longue durée d'une maison, l'investissement en vaut la peine. Toutefois, il ne serait pas aussi rentable dans les régions plus chaudes ou dans celles où l'énergie est moins chère.

Marge d'autofinancement. On voit à la figure 3.13 le calcul de la marge d'autofinancement dans le cas du coût en capital supplémentaire de 6 000 $ en regard des économies d'énergie qui en résulteront. On a supposé un facteur d'inflation de 8 % sur le prix de l'énergie. Le coût additionnel de 6 000 $ a été amorti en 15 ans. On a aussi supposé que le taux le plus élevé de l'impôt était de 20% et que le quart des dépenses de la maison était affecté à la forme.

Conclusion. Ces calculs montrent que, si les suppositions sont correctes, le choix d'une maison à faible consommation énergétique augmentera la marge nette d'autofinancement de l'exploitant de 11 024 $ en 15 ans.



POUR EN SAVOIR PLUS:

1) **Low Enegy Home Designs.** Plans distribués par: Alberta Agriculture, Print Media Branch, Main Floor, 7000 - 113 Street Edmonton (Alberta) T6H 5T6.

2) **Energy-Efficient Housing—A Prairie Approach.** Publication distribuée par: Saskatchewan Energy and Mines, 1914 Hamilton Street, Regina (Saskatchewan) S4P 4V3.

3) **Low Energy Prairie Housing.** Note sur la construction no 38. Publication distribuée par la Division des recherches en bâtiment, Conseil national de recherches, Ottawa (Ontario) K1A 0R6.

4) **Energy Efficient New Housing.** Project summary No 017. Publication distribuée par: Nova Scotia Department of Mines and Energy, P.O. Box 668, Halifax (Nouvelle-Écosse) B3J 2T3.

5) **Étanchéité à l'air des maisons et oxycarbonisme.** Digest de la construction au Canada no UDC 614.8:728. Publication distribuée par la Division des recherches en bâtiment, Conseil national de recherches, Ottawa (Ontario) K1A 0R6.

6) **Selecting A New Furnace.** Publication no 6 de la série "Energy Savers", distribuée par: Alberta Energy and Natural Resources, Energy Conservation Branch, 7thFloor, 9915 - 108 Street, Edmonton (Alberta) T5K 2C9.

7) **Fresh Air and Humidity.** Note d'information distribuée par: Housing Renovation And Energy Conservation Unit, ministère des Affaires municipales et du Logement, Queen's Park, Toronto (Ontario).

8) Le CNR a mis sur pied le programme de micro-ordinateur **HOTCAN** afin de prédire les coûts de chauffage de maisons types à douze endroits au Canada. Pour plus de renseignements, communiquez avec la Station régionale des Prairies, Conseil national de recherches, Saskatoon (Saskatchewan). (On peut aussi se le procurer à la plupart des bureaux de l'ACHDU.)

Coût en capital	6000$	Revenu, 1ère année	923$
Frais de démarrage déductibles	0$	Augmentation du revenu par année (%)	8,0
Entrées (prévus), 1ère année	0$	Terme de l'emprunt (années)	15
Augmentation annuelle des entrées	0,0	Taux d'intérêt sur l'emprunt (%)	12,50
Taux d'imposition (%)	5	Emprunt (1=amort., 2=déc.)	1
Taux général de l'inflation	8	Nombre de paiements par année	12
A.C.C. 1ère année (%)	8	Portée de l'étude (1=exploitation entière, 2=partie de l'exploitation)	2
A.C.C. 2ème année (%)	5,0	Durée de l'étude en années	15
A.C.C. autres années (%)	5,0	Année de départ de l'étude	1
Type d'A.C.C. (1=déc., 2=constant)	1	% Versement initial	0$

Année	Entrées	Revenu	Capital	Intérêt	Impôt	Marge d'autofinancement	M.A. totale	A.C.C.
1	0,00	923,00	145,57	741,85	-5,94	41,53	41,53	300,00
2	0,00	996,84	164,84	722,57	-0,54	109,96	151,49	285,00
3	0,00	1076,59	186,67	700,74	5,25	183,92	335,41	270,75
4	0,00	1162,71	211,39	676,03	11,47	263,83	599,24	257,21
5	0,00	1255,73	239,38	648,04	18,17	350,15	949,39	244,35
6	0,00	1356,19	271,07	616,34	25,39	443,39	1392,78	232,13
7	0,00	1464,69	306,97	580,44	33,19	544,09	1936,87	220,53
8	0,00	1581,86	347,62	539,80	41,63	652,82	2589,69	209,50
9	0,00	1708,41	393,65	493,77	50,78	770,22	3359,90	199,03
10	0,00	1845,08	445,77	441,64	60,72	896,95	4256,85	189,07
11	0,00	1992,69	504,80	382,61	71,52	1033,75	5290,61	179,62
12	0,00	2152,10	571,64	315,77	83,28	1181,41	6472,01	170,64
13	0,00	2324,27	647,34	240,08	96,10	1340,75	7812,77	162,11
14	0,00	2510,21	733,06	154,36	110,09	1512,71	9325,47	154,00
15	0,00	2711,03	830,12	57,29	125,37	1698,25	11023,72	146,30

Fin du passsage-machine Marge d'autofinancement totale (valeur actuelle) 5 310,55$

MARGE D'AUTOFINANCEMENT ($)
2000
1000
0
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15
ANNÉE

Fig. 3.13 Analyse de la marge d'autofinancement dans le cas des coûts additionnels en regard des économies liées à une maison à faible consommation énergétique.

3.6 RÉNOVER UNE VIEILLE MAISON

L'exploitant pourrait envisager de rénover l'extérieur de sa maison si cette denière est mal isolée, a besoin d'un nouveau parement et peut-être d'un nouveau toit de la façon suiante.

Vieille maison. Ce bungalow en stuc de 35 ans, situé sur une ferme près de Fort Saskatchewan (Alberta), était presque inhabitable avant la rénovation. À peine isolée la maison présentait également de grandes fissures autour des fenêtres, des portes et des sablières basses. L'énergie utilisée pour le chauffage était estimée à 300 GJ par année.

Rénovation extérieure. Au cours de ce projet de rénovation, l'intérieur de la maison est resté intact. On a plutôt ajouté de nouveaux murs extérieurs isolés et un toit.

Étapes

1) Toute la maison a été enveloppée d'un coupe-vapeur en polyéthylène. On a fait chevaucher et on a scellé les joints.

2) On a installé un fond de clouage horizontal pour tenir le polyéthylène en place et servir de surface sur laquelle on pouvait fixer les montants verticaux et les chevrons nouveaux.

3) On a ajouté une natte isolante en fibre de verre entre les montants et les chevrons.

4) On a fermé le porche pour créer un vestibule.

5) On a mis de nouvelles fenêtres à vitrage double et à cadre en bois.

6) On a posé des bardeaux de fente et un parement en cèdre pour finir l'extérieur.

7) On a fixé un isolant en polystyrène à l'extérieur de la fondation.

8) On a installé un poêle à bois.

Résultat. La maison rénovée est très confortable. Le poêle à bois fournit le gros de la chaleur et utilise du bois en provenance de la ferme. Il peut être nécessaire d'installer un échangeur de chaleur pour controler l'humidité.

Aspects financiers. Le coût total du matériel et de l'équipement a été d'environ 7 800 $. Le propriétaire a fait le travail lui-même et y a consacré en tout 500 heures. Avant la rénovation effectuée en 1980, le coût du chauffage était d'environ 600 $ par année (gaz naturel à 2 $/GJ). On a estimé l'augmentation des prix de l'énergie à 10 % par année.



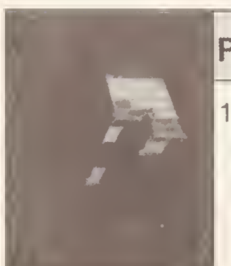
Fig. 3.14 Maison avant la rénovation



Fig. 3.15 Coupe-vapeur, murs et toit nouveaux



Fig. 3.16 Maison rénovée



POUR EN SAVOIR PLUS:

1) **The Super-Insulated Retrofit Book.** Publication distribuée par: Renewable Energy In Canada, 334 King Street, Studio 208, Toronto, (Ontario) M5A 1K8.

Coût en capital	7800$	Revenu, 1ère année	600$
Frais de démarrage déductibles	-500$	Augmentation du revenu par année (%)	10,0
Entrées (prévus), 1ère année	0$	Terme de l'emprunt (années)	15
Augmentation annuelle des entrées	0,0	Taux d'intérêt sur l'emprunt (%)	12,50
Taux d'imposition (%)	6	Emprunt (1=amort., 2=déc.)	1
Taux général de l'inflation	8	Nombre de paiements par année	12
A.C.C. 1ère année (%)	2,5	Portée de l'étude (1=exploitation entière, 2=partie de l'exploitation)	2
A.C.C. 2ème année (%)	5,0		
A.C.C. autres années (%)	5,0	Durée de l'étude en années	15
Type d'A.C.C. (1=déc., 2=constant)	1	Année de départ de l'étude	1980
		% Versement initial	0$

Année	Entrées	Revenu	Capital	Intérêt	Impôt	Marge d'autofinancement	M.A. totale	A.C.C.
1980	0,00	600,00	177,10	902,58	0,15	-479,83	-479,83	195,00
1981	0,00	660,00	200,56	879,13	-35,96	-383,72	-863,55	380,25
1982	0,00	726,00	227,11	852,57	-29,27	-324,42	-1187,97	361,24
1983	0,00	798,60	257,19	822,50	-22,02	-259,06	-1447,03	343,18
1984	0,00	878,46	291,24	788,44	-14,16	-187,07	-1634,10	326,02
1985	0,00	966,31	329,81	749,88	-5,60	-107,78	-1741,88	309,72
1986	0,00	1062,94	373,48	706,21	3,75	-20,50	-1762,38	294,23
1987	0,00	1169,23	422,93	656,75	13,98	75,57	-1686,81	279,52
1988	0,00	1286,15	478,94	600,75	25,19	181,28	-1505,54	265,54
1989	0,00	1414,77	542,36	537,33	37,51	297,57	-1207,96	252,27
1990	0,00	1556,25	614,17	465,51	51,06	425,50	-782,47	239,65
1991	0,00	1711,87	695,50	384,19	66,00	566,18	-216,28	227,67
1992	0,00	1883,06	787,59	292,09	82,48	720,89	504,61	216,29
1993	0,00	2071,36	891,88	187,80	100,69	890,99	1395,60	205,47
1994	0,00	2278,50	1009,98	69,70	120,82	1078,00	2473,60	195,20

Fin du passage-machine Marge d'autofinancement totale (valeur actuelle) 169,02$

MARGE D'AUTOFINANCEMENT ($)
2000
1000
0
-1000
1980 1981 1982 1983 1984 1985 1986 1987 1988 1989 1990 1991 1992 1993 1994
ANNÉE

Fig. 3.17 Analyse de la marge d'autofinancement dans le cas de la rénovation de la maison.

Marge d'autofinancement. La figure 3.17 montre une estimation de l'effet de la rénovation sur la marge d'autofinancement dnas une situation fiscale agricole typique (le taux d'imposition le plus élevé de l'impôt étant de 25 % et ¼ des dépenses de la maison étant déductible). L'économie de 600 $ réalisée sur les coûts de chauffage a été considérée comme un revenu servant à payer la rénovation.

Conclusion. Comme on peut le voir, les économies d'énergie payeront la rénovation en 11 ans. Par ailleurs, il est encore plus important que la rénovation ait permis d'éviter l'achat coûteux d'une maison neuve.

4 *Comment économiser énergie et $ dans* LE TRANSPORT À LA FERME

De nombreux agriculteurs utilisent plus de carburant dans leur voiture et leur camionnette que dans leur tracteur. Voici quelques façons d'économiser dans le domaine du transport agricole et des déplacements personnels.

Comparez l'efficacité. Consultez le guide de Transport Canada pour comparer l'utilisation de carburant. Cette dernière varie beaucoup selon le type de moteur, le poids du véhicule, le genre de transmission et d'autres catactéristiques.

Choisissez le véhicule en fonction de l'usage. Considérez l'emploi d'une petite voiture économique ou d'une petite camionnette pour les déplacements personnels et lorsqu'il n'y a rien à transporter.

Arrêtez le moteur. La marche à vide et les longues périodes de réchauffement gaspillent beaucoup de carburant et peuvent même endommager le moteur.

Ne lésinez pas sur l'entretien. L'efficacité diminue entre les mises au point. Un bon programme d'entretien se solde par des économies énergétiques et financières.

Vérifiez les pneus. Une faible pression de gonflage peut faire gaspiller du carburant et user les pneus prématurément. Vérifiez les pneus lorsqu'ils sont froids et gonflez-les à la pression recommandée.

Vérifiez la température. Employez un protège-radiateur et un thermostat approprié pour obtenir rapidement la température recommandée du moteur. L'usure du moteur et la consommation de carburant sont beaucoup plus élevées lorsque le moteur est froid.

Ralentissez. Ralentissez lorsque vous n'êtes pas pressés. Selon les camionneurs professionnels, c'est un moyen réel d'économiser sur les frais de carburant et d'entretien, tout en usant moins les pneus.



Fig. 4.1 Les camions et les voitures sont de gros utilisateurs dans de nombreuses exploitations agricoles.

Organisez-vous. Combien de fois est-il arrivé que vous ayez au moins deux véhicules en ville le même jour? Combien de voyages pourriez-vous éliminer par un appel téléphonique?

Analysez les coûts de déplacement sur la ferme. Les motocyclettes et les motoneiges consomment 4 fois moins d'énergie que les camions à quatre roues motrices pour des travaux comme l'inspection du bétail et des cultures. De nombreux propriétaires de ranch dans l'Ouest reviennent à l'usage des chevaux pour les travaux d'alimentation des bovins laitiers et de vérification des clôtures.

4.1 ACHAT D'UN VÉHICULE DE FAIBLE CONSOMMATION

Transport Canada publie chaque année un guide de consommation de carburant où figurent les cotes pour les automobiles et les camionnettes neuves. L'exemple suivant montre utiliser ce guide pour comparer les véhicules.

EXEMPLE
Si vous achetiez une nouvelle camionnette, quel montant pourriez-vous économiser en carburant en choisissant une mini-camionnette? L'exemple ne s'applique que si la camionnette est utilisée surtout pour les déplacements et le transport de charges légères.

Comparaison entre une camionnette Ford Ranger 1983 à 4 cylindres, commande manuelle, 5 vitesses, et une camionnette FI50 1983 V8 automatique à trois vitesses.

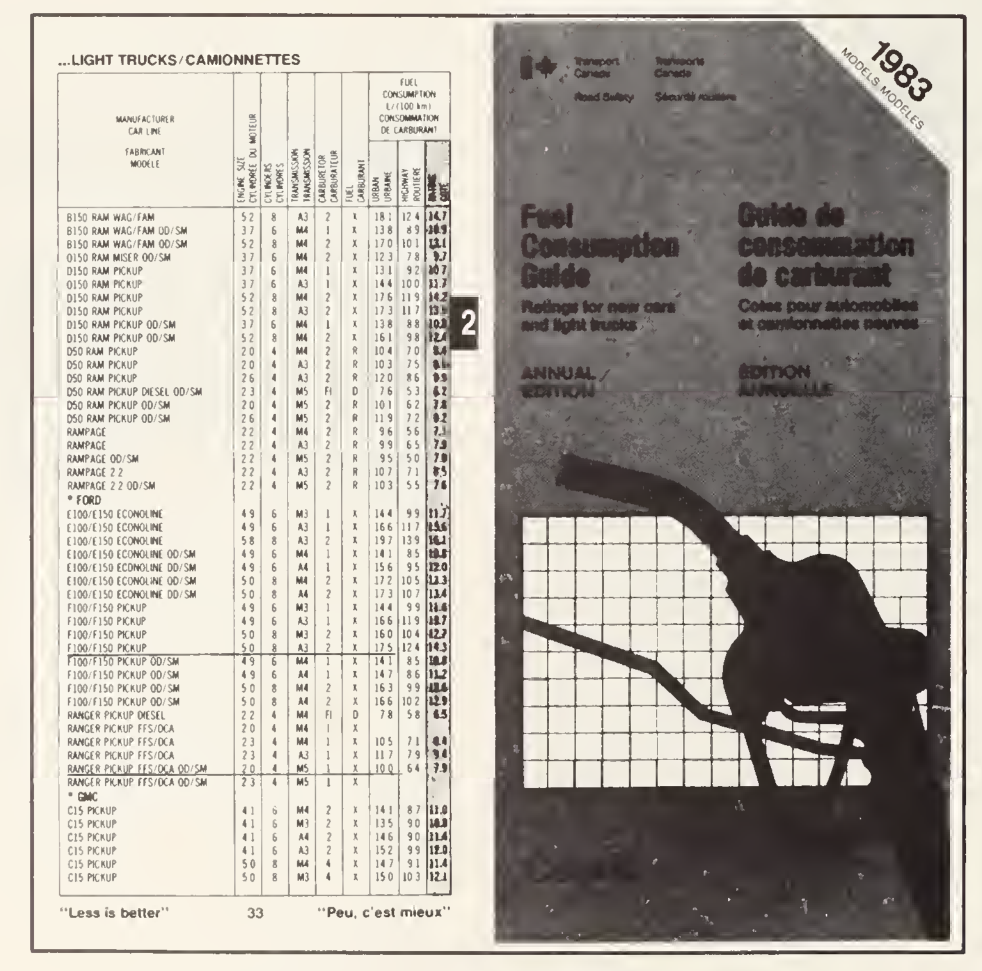
Supposons que la distance parcourue chaque année est de 25 000 km, que le coût de l'essence, est de 40 c. le litre et que tous les autres coûts de fonctionnement sont égaux pour les deux véhicules.

Calcul
D'après le guide de consommation de carburant, on voit que les cotes pour le FI50 et le Ranger sont de 14,3 et de 7,9 L/100 km, respectivement. Toutefois, ces données sont basées sur la conduite durant l'été sur des routes revêtues. D'après l'expérience, aussi étrange que cela puisse paraître, les meilleures données à utiliser pour la conduite à la campagne semblent être celles de la conduite en ville; soit dans le cas présent, 17,5 et 10 L/100 km respectivement.

Les prévisions de consommation pour les deux véhicules sont:
1) FI50: (17,5 L/100 km x 25 000 km) = 4 375 L/année

2) Ranger: (10 L/100 km x 25 000 km) = 2 500 L/année
Carburant économisé dans le cas du Ranger
= 1 875 L/année
Dollars économisés = 1 875 L x 0,40 $/L) = 750 $/année

Si le prix du carburant augmente de 8 % par année, l'économie réalisée en 5 ans atteindrait **4 400 $.**

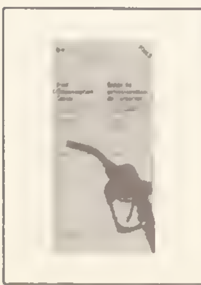


...LIGHT TRUCKS/CAMIONNETTES

MANUFACTURER CAR LINE / FABRICANT MODÈLE	ENGINE SIZE / CYLINDRÉE DU MOTEUR	CYLINDERS / CYLINDRES	TRANSMISSION / TRANSMISSION	CARBURETOR / CARBURATEUR	FUEL / CARBURANT	FUEL CONSUMPTION L/(100 km) CONSOMMATION DE CARBURANT: URBAN / URBAINE	HIGHWAY / ROUTIÈRE	[illegible]
B150 RAM WAG/FAM	5 2	8	A3	2	X	18 1	12 4	14.7
B150 RAM WAG/FAM OD/SM	3 7	6	M4	1	X	13 8	8 9	10.9
B150 RAM WAG/FAM OD/SM	5 2	8	M4	2	X	17 0	10 1	13.1
D150 RAM MISER OD/SM	3 7	6	M4	2	X	12 3	7 8	9.7
D150 RAM PICKUP	3 7	6	M4	1	X	13 1	9 2	10.7
D150 RAM PICKUP	3 7	6	A3	1	X	14 4	10 0	11.7
D150 RAM PICKUP	5 2	8	M4	2	X	17 6	11 9	14.2
D150 RAM PICKUP	5 2	8	A3	2	X	17 3	11 7	[illegible]
D150 RAM PICKUP OD/SM	3 7	6	M4	1	X	13 8	8 8	[illegible]
D150 RAM PICKUP OD/SM	5 2	8	M4	2	X	16 1	9 8	12.4
D50 RAM PICKUP	2 0	4	M4	2	R	10 4	7 0	8.4
D50 RAM PICKUP	2 0	4	A3	2	R	10 3	7 5	[illegible]
D50 RAM PICKUP	2 6	4	A3	2	R	12 0	8 6	9.9
D50 RAM PICKUP DIESEL OD/SM	2 3	4	M5	FI	D	7 6	5 3	6.2
D50 RAM PICKUP OD/SM	2 0	4	M5	2	R	10 1	6 2	7.8
D50 RAM PICKUP OD/SM	2 6	4	M5	2	R	11 9	7 2	9.2
RAMPAGE	2 2	4	M4	2	R	9 6	5 6	7.1
RAMPAGE	2 2	4	A3	2	R	9 9	6 5	7.9
RAMPAGE OD/SM	2 2	4	M5	2	R	9 5	5 0	7.0
RAMPAGE 2 2	2 2	4	A3	2	R	10 7	7 1	8.5
RAMPAGE 2 2 OD/SM	2 2	4	M5	2	R	10 3	5 5	7.6
* FORD								
E100/E150 ECONOLINE	4 9	6	M3	1	X	14 4	9 9	11.7
E100/E150 ECONOLINE	4 9	6	A3	1	X	16 6	11 7	13.6
E100/E150 ECONOLINE	5 8	8	A3	2	X	19 7	13 9	16.1
E100/E150 ECONOLINE OD/SM	4 9	6	M4	1	X	14 1	8 5	10.8
E100/E150 ECONOLINE OD/SM	4 9	6	A4	1	X	15 6	9 5	12.0
E100/E150 ECONOLINE OD/SM	5 0	8	M4	2	X	17 2	10 5	13.3
E100/E150 ECONOLINE OD/SM	5 0	8	A4	2	X	17 3	10 7	13.4
F100/F150 PICKUP	4 9	6	M3	1	X	14 4	9 9	11.6
F100/F150 PICKUP	4 9	6	A3	1	X	16 6	11 9	13.7
F100/F150 PICKUP	5 0	8	M3	2	X	16 0	10 4	12.7
F100/F150 PICKUP	5 0	8	A3	2	X	17 5	12 4	14.3
F100/F150 PICKUP OD/SM	4 9	6	M4	1	X	14 1	8 5	[illegible]
F100/F150 PICKUP OD/SM	4 9	6	A4	1	X	14 7	8 6	11.2
F100/F150 PICKUP OD/SM	5 0	8	M4	2	X	16 3	9 9	[illegible]
F100/F150 PICKUP OD/SM	5 0	8	A4	2	X	16 6	10 2	12.9
RANGER PICKUP DIESEL	2 2	4	M4	FI	D	7 8	5 8	6.5
RANGER PICKUP FFS/DCA	2 0	4	M4	1	X			
RANGER PICKUP FFS/DCA	2 3	4	M4	1	X	10 5	7 1	8.4
RANGER PICKUP FFS/DCA	2 3	4	A3	1	X	11 7	7 9	9.4
RANGER PICKUP FFS/DCA OD/SM	2 0	4	M5	1	X	10 0	6 4	7.9
RANGER PICKUP FFS/DCA OD/SM	2 3	4	M5	1	X			
* GMC								
C15 PICKUP	4 1	6	M4	2	X	14 1	8 7	11.0
C15 PICKUP	4 1	6	M3	2	X	13 5	9 0	[illegible]
C15 PICKUP	4 1	6	A4	2	X	14 6	9 0	11.4
C15 PICKUP	4 1	6	A3	2	X	15 2	9 9	12.0
C15 PICKUP	5 0	8	M4	4	X	14 7	9 1	11.4
C15 PICKUP	5 0	8	M3	4	X	15 0	10 3	12.1

"Less is better" 33 "Peu, c'est mieux"

Fig. 4.2 Utilisation du guide de consommation de carburant
(référence no 1).



POUR EN SAVOIR PLUS:

1) **Guide de consommation de carburant, cotes pour automobiles et camionnettes neuves,** distribué par la Direction générale des affaires publiques, Transports Canada, Ottawa (Ontario) K1A 0N5.

4.2 LES ÉCONOMIES D'ÉNERGIE PERMETTRONT-ELLES D'ACHETER UNE CAMIONNETTE PLUS EFFICACE?

Si votre camionnette est très énergivore, dans quelle mesure les économies de carburant aideraient-elles à payer un modèle plus efficace? Comparez votre situation à l'exemple suivant.

EXEMPLE
Prenons par exemple une camionnette de trois ans de modèle ordinaire qui parcourt 25 000 km par année. Elle consomme en moyenne 25 litres aux 100 kilomètres. On estime qu'un nouveau modèle plus petit consommerait 14 litres/100 kilomètres; on peut l'acheter moyennant l'échange de l'ancienne camionnette plus 5 000 $.

Économie de carburant prévue = (25 - 14) = 11 L/100 km

Économie annuelle de carburant = (11 L(100 km) x (25 000 km) = 2 750 L

À 40 c. le litre, les économies réalisées seraient de 1 100 $ par année (2 750 L x 0,40 $/L).

Autres hypothèses
- Augmentation annuelle de 8 % du prix du carburant.
- Les coûts annuels de réparation et d'entretien de la vieille camionnette dépasseraient de 200 $ ceux d'un nouveau véhicule (augmentation calculée à 8 % par année).
- Financement offert à 12,5 % pour trois ans.
- Le taux le plus élevé de l'impôt à la ferme est de 25 %.
- La camionnette est employée entièrement pour l'exploitation agricole.

Marge d'autofinancement. (voir la figure 4.3)

Conclusion. Les économies réalisées sur le carburant équivaudraient au coût de la camionnette après une période de 4 ans et demi.

Coût en capital	5000$	Revenu, 1ère année	1300$
Frais de démarrage déductibles	0$	Augmentation du revenu par année (%)	8,0
Entrées (prévus), 1ère année	0$	Terme de l'emprunt (années)	3
Augmentation annuelle des entrées	0.0	Taux d'intérêt sur l'emprunt (%)	12,50
Taux d'imposition (%)	25	Emprunt (1=amort., 2=déc.)	1
Taux général de l'inflation	7	Nombre de paiements par année	12
A.C.C. 1ère année (%)	15,0	Portée de l'étude (1=exploitation entière, 2=partie de l'exploitation)	2
A.C.C. 2ème année (%)	30,0	Durée de l'étude en années	5
A.C.C. autres années (%)	30,0	Année de départ de l'étude	1
Type d'A.C.C. (1=déc., 2=constant)	1	% Versement initial	0$

Année	Entrées	Revenu	Capital	Intérêt	Impôt	Marge d'autofinancement	M.A. totale	A.C.C.
1	0,00	1300,00	1464,22	543,00	1,75	-708,97	-708,97	750,00
2	0,00	1404,00	1658,11	349,11	-55,03	-548,19	-1257,16	1275,00
3	0,00	1516,32	1877,67	129,55	123,57	-614,46	-1871,62	892,50
4	0,00	1637,63	0,00	0,00	253,22	1384,41	-487,21	624,75
5	0,00	1768,64	0,00	0,00	332,83	1435,81	948,60	437,33

Fin du passage-machine Marge d'autofinancement totale (valeur actuelle) 467,47$

MARGE D'AUTOFINANCEMENT ($)
2000
1000
0
-1000
1 2 3 4 5
ANNÉE

Fig. 4.3 Analyse de la marge d'autofinancement: dans le cas d'un échange d'une camionnette contre une autre qui consomme moins de carburant.

4.3 LE CARBURANT DIESEL, OUI OU NON?

Les coûts additionnels pour équiper à l'achat une camionnette GMC C15 d'un moteur diesel seront-ils compensés par la réduction des frais de carburant?

- Supposons que la distance parcourue, avec des chargements plutôt légers, sur des chemins de gravier et des routes revêtues est de 25 000 km par année.
- Coût additionnel net pour le moteur diesel = 2 200 $.
- Financement à 12,5 % pendant 4 ans.
- Emploi exclusif sur la ferme.
- Taux le plus élevé de l'impôt = 25 %.
- Prenons deux exemples pour le carburant:
  1) Essence = 40 c./L, diesel = 35 c./L
  2) Essence = 55 c./L, diesel = 50 c./L
- Augmentation des prix du carburant estimée à 8 %.

Estimation de l'emploi de carburant. Comparons les deux véhicules dans le guide de consommation de carburant de Transport Canada. La cote du moteur diesel est de 9,6 L/100 km tandis que celle du modèle à essence est de 12,3/100 km. Toutefois, l'expérience a démontré que ces chiffres sont un peu trop optimistes pour la conduite à la campagne; nous croyons que les données urbaines sont plus près de la réalité (12,3 et 15,6 L/100 km, respectivement).

Essence: (15,6 L/100 km) x 25 000 km = 3 900 L/année.

Diesel: (12,3 L/100 km) x 25 000 km = 3 075 L/année.

Réduction des coûts en carburant.
1) **1er cas:**

Essence: (3 900 L x 40 c./L)	= 1 560 $
Diesel: (3 075 L x 35 c./L)	= 1 076 $
Économie: (1 an)	= 484 $

2) **2ème cas**:

Essence: (3 900 L x 55 c./L)	= 2 145 $
Diesel: (3 075 L x 50 c./L)	= 1 538 $
Économie: (1 an)	= 607 $

Période de récupération.
1) 1er cas: délai de récupération = (Investissement/économies 1ère année) = (2 200 $/484 $) = 4,5 années

2) 2ème cas: délai de récupération = (Investissement/économies 1ère année) = (2 200 $/607 $) = 3,6 années

Marge d'autofinancement (voir les figures 4,5 et 4,6)

Conclusion. Les projections relatives à la marge d'autofinancement montrent que dans les deux cas le choix du diesel commence à rapporter la 5ème année après l'acquisition, c'est-à-dire après le remboursement de l'emprunt. Il faut aussi considérer les différences dans la performance, les coûts d'entretien, la durée de vie espérée et la valeur marchande.

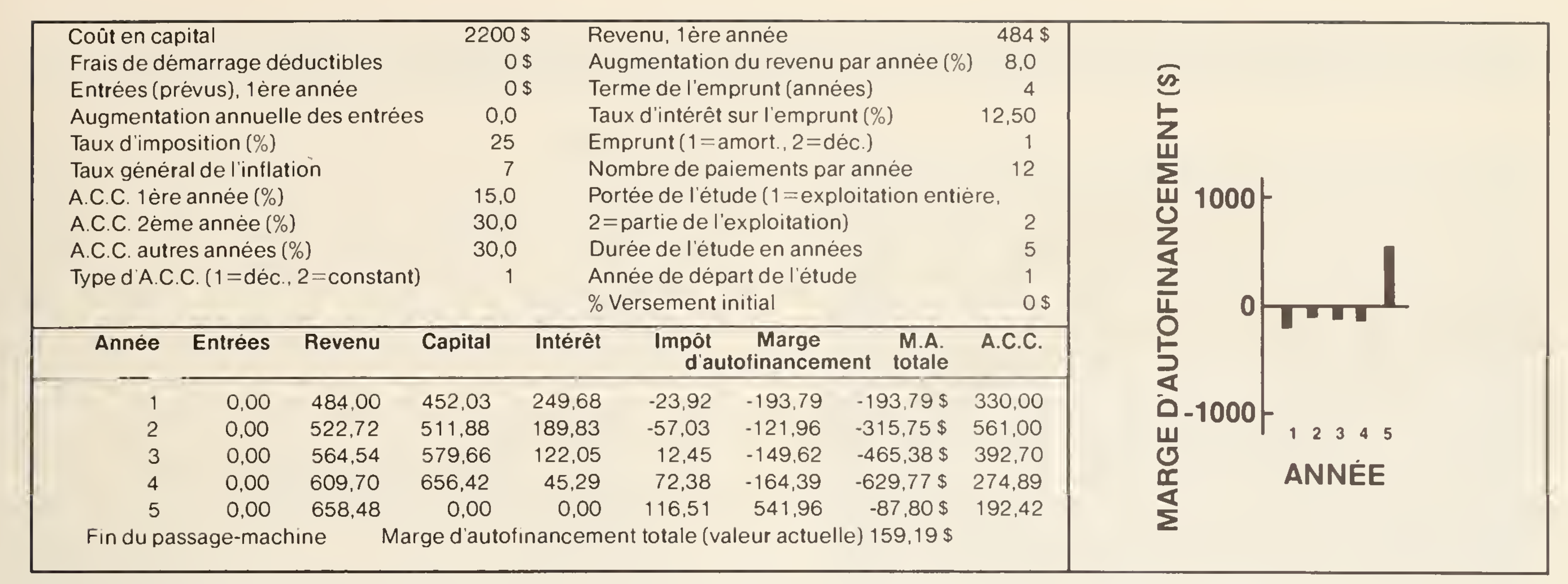
...LIGHT TRUCKS/CAMIONNETTES

MANUFACTURER CAR LINE / FABRICANT MODELE	ENGINE SIZE / CYLINDREE DU MOTEUR	CYLINDERS / CYLINDRES	TRANSMISSION / TRANSMISSION	CARBURETOR / CARBURATEUR	FUEL / CARBURANT	FUEL CONSUMPTION L/(100 km) CONSOMMATION DE CARBURANT — URBAN / URBAINE	HIGHWAY / ROUTIÈRE	RATING / COTE
C15 PICKUP	5.0	8	A4	4	X	15.6	10.0	**12.3**
C15 PICKUP	5 0	8	A3	4	X	16.6	10.8	**13.2**
C15 PICKUP DIESEL	6.2	8	M4	FI	D	11.3	7.6	**9.1**
C15 PICKUP DIESEL	6.2	8	A4	FI	D	12.3	7.7	**9.6**
G15 VAN/FOURGON	4 1	6	M4	2	X	14.8	9.4	**11.7**
G15 VAN/FOURGON	4 1	6	M3	2	X	13.5	9.0	**10.8**
G15 VAN/FOURGON	4 1	6	A4	2	X	14.6	9.0	**11.4**
G15 VAN/FOURGON	5.0	8	M4	4	X	14.7	9.0	**11.4**
G15 VAN/FOURGON	5.0	8	M3	4	X	15.3	10.6	**12.4**
G15 VAN/FOURGON	5.0	8	A4	4	X	15.6	10.0	**12.3**
G15 VAN/FOURGON	5.7	8	A4	4	X	18 1	11.4	**14.2**
S15 CAB & CHASSIS	2.8	6	M4	2	X	15.3	12.2	**13.1**
S15 CAB & CHASSIS	2.8	6	A4	2	X	15.7	12.5	**13.5**
S15 PICKUP	1.9	4	M5	2	X	9.0	5.4	**6.9**
S15 PICKUP	1.9	4	M4	2	X	9.7	6.0	**7.5**
S15 PICKUP	2.0	4	M5	2	X	10.8	6.7	**8.4**
S15 PICKUP	2.0	4	M4	2	X	10.6	6.7	**8.3**
S15 PICKUP	2.0	4	A4	2	X	11.8	7.5	**9.3**
S15 PICKUP	2.8	6	M5	2	X	11.7	7.1	**9.0**
S15 PICKUP	2.8	6	M4	2	X	11 3	6.9	**8.7**
S15 PICKUP	2.8	6	A4	2	X	11.7	6.7	**8.9**
S15 PICKUP DIESEL	2.2	4	M5	FI	D			
S15 PICKUP DIESEL	2.2	4	M4	FI	D			
S15 UTILITY BODY	2.8	6	M4	2	X	11.3	6.9	**8.7**
S15 UTILITY BODY	2.8	6	A4	2	X	11.7	6.7	**8.9**
• MAZDA								
B2000	2.0	4	M5	2	X	9.6	6.2	**7.6**
B2000	2.0	4	M4	2	X	9.6	6.2	**7.6**
B2200 DIESEL	2.2	4	M5	FI	D	8.1	5.9	**6.7**
• SUBARU								
BRAT 4X4	1.8	4	M4	2	X	9.7	6.6	**7.8**
• TOYOTA								
TRUCK	2.4	4	M5	2	X	10.7	7.2	**8.6**
TRUCK	2.4	4	M4	2	X	10.1	7.3	**8.3**
TRUCK	2.4	4	A4	2	X	10.3	7.6	**8.6**
TRUCK DIESEL	2.2	4	M5	FI	D	7.8	6.0	**6.6**
• VOLKSWAGEN								
PICKUP	1.7	4	M5	FI	X	10.9	6.3	**8.3**
PICKUP	1.7	4	M4	FI	X	10.0	6.2	**7.8**
PICKUP DIESEL	1.6	4	M5	FI	D	7.0	4.8	**5.7**
VANAGON	2.0	4	M4	FI	R	15.0	9.2	**11.7**
VANAGON	2.0	4	A3	FI	R	16.1	10.0	**12.5**
VANAGON DIESEL	1.6	4	M5	FI	D	8.3	7.2	**7.4**

"Less is better" 34 **"Peu, c'est mieux"**

Fig. 4.4 Comparaison des moteurs diesel et à essence.

2



Coût en capital	2200 $	Revenu, 1ère année	484 $
Frais de démarrage déductibles	0 $	Augmentation du revenu par année (%)	8,0
Entrées (prévus), 1ère année	0 $	Terme de l'emprunt (années)	4
Augmentation annuelle des entrées	0,0	Taux d'intérêt sur l'emprunt (%)	12,50
Taux d'imposition (%)	25	Emprunt (1=amort., 2=déc.)	1
Taux général de l'inflation	7	Nombre de paiements par année	12
A.C.C. 1ère année (%)	15,0	Portée de l'étude (1=exploitation entière, 2=partie de l'exploitation)	2
A.C.C. 2ème année (%)	30,0	Durée de l'étude en années	5
A.C.C. autres années (%)	30,0	Année de départ de l'étude	1
Type d'A.C.C. (1=déc., 2=constant)	1	% Versement initial	0 $

Année	Entrées	Revenu	Capital	Intérêt	Impôt	Marge d'autofinancement	M.A. totale	A.C.C.
1	0,00	484,00	452,03	249,68	-23,92	-193,79	-193,79 $	330,00
2	0,00	522,72	511,88	189,83	-57,03	-121,96	-315,75 $	561,00
3	0,00	564,54	579,66	122,05	12,45	-149,62	-465,38 $	392,70
4	0,00	609,70	656,42	45,29	72,38	-164,39	-629,77 $	274,89
5	0,00	658,48	0,00	0,00	116,51	541,96	-87,80 $	192,42

Fin du passage-machine Marge d'autofinancement totale (valeur actuelle) 159,19 $

Fig. 4.5 Analyse de la marge d'autofinancement: choix du diesel—1er cas: essence à 40¢/L, carburant diesel à 35¢/L

Coût en capital	2200 $	Revenu, 1ère année	607 $
Frais de démarrage déductibles	0 $	Augmentation du revenu par année (%)	8,0
Entrées (prévus), 1ère année	0 $	Terme de l'emprunt (années)	4
Augmentation annuelle des entrées	0,0	Taux d'intérêt sur l'emprunt (%)	12,50
Taux d'imposition (%)	25	Emprunt (1=amort., 2=déc.)	1
Taux général de l'inflation	7	Nombre de paiements par année	12
A.C.C. 1ère année (%)	15,0	Portée de l'étude (1=exploitation entière, 2=partie de l'exploitation)	2
A.C.C. 2ème année (%)	30,0	Durée de l'étude en années	5
A.C.C. autres années (%)	30,0	Année de départ de l'étude	1
Type d'A.C.C. (1=déc., 2=constant)	1	% Versement initial	0 $

Année	Entrées	Revenu	Capital	Intérêt	Impôt	Marge d'autofinancement	M.A. totale	A.C.C.
1	0,00	607,00	452,03	249,68	6,83	-101,54	-101,54 $	330,00
2	0,00	655,56	511,88	189,83	-23,82	-22,33	-123,87 $	561,00
3	0,00	708,00	579,66	122,05	-48,31	-42,02	-165,90 $	392,70
4	0,00	764,65	656,42	45,29	111,12	-48,18	-214,08 $	274,89
5	0,00	825,82	0,00	0,00	158,35	667,47	453,39 $	192,42

Fin du passage-machine Marge d'autofinancement totale (valeur actuelle) 310,76 $

MARGE D'AUTOFINANCEMENT ($)
1000
0
-1000
1 2 3 4 5
ANNÉE

Fig. 4.6 Analyse de la marge d'autofinancement: choix du diesel—2ème cas: essence à 55¢/L carburant diesel à 50¢/L.

4.4 AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DE LA CONVERSION AU PROPANE

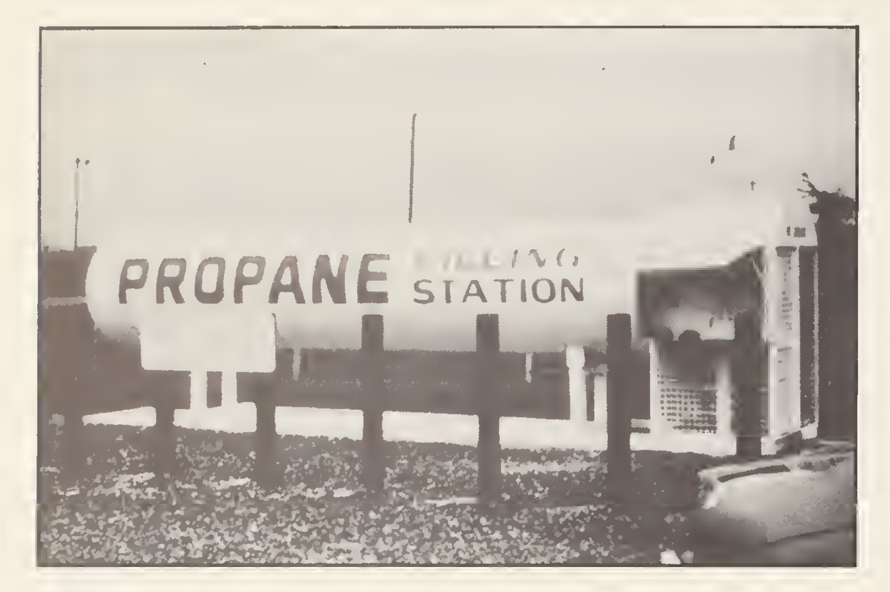


Fig. 4.7 Dans de nombreuses régions, les véhicules au propane gagent la faveur populaire.

Le gaz de pétrole liquifié (GPL), communément appelé propane, est un sous-produit du raffinage du pétrole et du gaz naturel. On utilise le propane dans les fermes depuis de nombreuses années, surtout pour le chauffage par convection et le séchage des céréales. Quelques agriculteurs ont aussi fait l'expérience du propane comme carburant pour le tracteur.

Le gouvernement fédéral a appuyé l'intérêt manifesté récemment envers le propane comme carburant pour les véhicules. Les agriculteurs qui convertissent leur voiture ou leur camion de l'essence au propane sont admissibles à une subvention de 400 $ par véhicule. On peut se procurer des formulaires de demande chez les distributeurs de propane ou à l'adresse suivante: Programme de subventions pour les véhicules au propane, Direction générale des économies d'énergie et de l'éenrgie renouvelable, Énergie, Mines et Ressources Canada, C.P. 4513, succursale E, Ottawa K1S 5K6. La subvention s'applique à tout véhicule utilisé en agriculture.

AVANTAGES

- Carburant moins cher (à l'heure actuelle).
- Entretien moindre du moteur.
- Prolongement de la vie du moteur (?)
- Pas de carburant répandu ni évaporé.
- Aucune vapeur nocive.
- Dispositif antipollution non nécessaire.
- Absence de condensation d'eau dans le réservoir.

INCONVÉNIENTS

- **Le réservoir diminue la capacité de charge.**
- **Moins facile à obtenir que l'essence.**
- **Le remplissage du réservoir est un peu plus complexe.**
- **Il est très dangereux de trop remplir le réservoir.**
- **Des petites fuites peuvent présenter un danger d'explosion dans un bâtiment.**
- **Véhicule interdit dans les stationnements souterrains et dans certains tunnels.**
- **Il faut employer l'huile à moteur recommandée (pour vérifier la nitrification et l'épaississement de l'huile).**
- **Peut influer sur la valeur marchande du véhicule.**

Fig. 4.8 Avantages et inconvénients de la substitution du propane à l'essence.

COMMENT COMPARER LES ASPECTS FINANCIERS RELATIFS À L'EMPLOI DU PROPANE OU DE L'ESSENCE

Il coûte environ 1 600 $ pour convertir un véhicule au propane. Ce coût est compensé partiellement par la subvention fédérale de 400 $. La plupart des agriculteurs pourront faire le plein à une station de service locale équipée pour vendre le propane. Si vous avez déjà un réservoir de propane à la ferme, vous pourriez considérer d'investir 550 $ de plus pour une pompe manuelle afin de faire le plein de votre camion chez vous.



POUR EN SAVOIR PLUS:

1) **Switching To Propane, A Guide for Fleet Operators.** Publication distribuée par le ministère des Transports et du Commerce de l'Ontario, 3rd Floor, Central Building, 1201 Wilson Avenue, Downsview (Ontario) M3M 1J8.

2) **Propane Use As A Farm Transportation Fuel.** Factsheet no 82-062. Note d'information distribuée par le ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario, Information Branch, Legislative Building, Toronto (Ontario) M7A 1A5.

3) **Propane As A Fuel for Vehicules and Tractors.** Note d'information distribuée par: Alberta Agriculture, Print Media Branch, Main Floor, 7000-113 Street, Edmonton (Alberta) T6H 5T6.

4) **The Economics of Converting Gasoline Trucks and Farm Machinery toPropane.** Fiche d'information de Canadex no 325.028, distribuée par la Direction générale des communications, Agriculture Canada, Ottawa (Ontario) K1A 0C7.

Coût en capital	1600 $	Revenu, 1ère année	625 $
Frais de démarrage déductibles	-400 $	Augmentation du revenu par année (%)	8,0
Entrées (prévus), 1ère année	0 $	Terme de l'emprunt (années)	3
Augmentation annuelle des entrées	0,0	Taux d'intérêt sur l'emprunt (%)	12,50
Taux d'imposition (%)	25	Emprunt (1=amort., 2=déc.)	1
Taux général de l'inflation	7	Nombre de paiements par année	1
A.C.C. 1ère année (%)	100,0	Portée de l'étude (1=exploitation entière, 2=partie de l'exploitation)	2
A.C.C. 2ème année (%)	0,0	Durée de l'étude en années	5
A.C.C. autres années (%)	0,0	Année de départ de l'étude	1
Type d'A.C.C. (1=déc., 2=constant)	1	% Versement initial	0 $

Année	Entrées	Revenu	Capital	Intérêt	Impôt	Marge d'autofinancement	M.A. totale	A.C.C.
1	0,00	625,00	353,92	150,00	-181,25	302,33	302,33 $	1600,00
2	0,00	675,00	398,16	105,76	142,31	28,77	331,11 $	0,00
3	0,00	729,00	447,93	55,99	168,25	56,83	387,94 $	0,00
4	0,00	787,32	0,00	0,00	196,83	590,49	978,43 $	0,00
5	0,00	850,31	0,00	0,00	212,58	637,73	1616,16 $	0,00

Fin du passage-machine — Marge d'autofinancement totale (valeur actuelle) 1347,40 $

MARGE D'AUTOFINANCEMENT ($)
2000
1000
0
1 2 3 4 5
ANNÉE

Fig. 4.9 Analyse de la marge d'autofinancement: conversion d'une camionnette au propane.

EXEMPLE

Si un véhicule utilise actuellement 5 000 L d'essence par année à 40 c./L, les frais annuels de carburant seront de 2 000 $. S'il est possible de se procurer du propane à une station locale pour 25 c./L, calculons les aspects financiers de la conversion.

Calculs. Il faut 1,2 L de propane pour fournir la même énergie que 1 L d'essence. Toutefois, la pluaprt des utilisateurs de propane affirment que la combustion de ce dernier est plus efficace que celle de l'essence, ce qui ramène la proportion à 1,1 L de propane pour 1 L d'essence.

Quantité de propane requise
= (5 000 L x 1,1) = 5 500 L/année
Coût du propane = (5 500 L x 0,25 $/L) = 1 375 $/année
Économie de carburant (1ère année)
= (2 000 $ - 1 375 $) = 625 $
Coût de la conversion = (1 600 $ - 400 $) = 1 200

Période de récupération = (Investissement/Économie 1ère année) = (1 200 $/625 $) = 1,9 an

Marge d'autofinancement. Supposons que le taux le plus élevé d'impôt est de 25 %, l'augmentation annuelle des prix du carburant, de 8 %, et l'intérêt annuel sur l'emprunt, de 12,5 % pour 3 ans (fig. 4.9).

Conclusion. Compte tenu de l'utilisation donnée et des prix du carburant, la conversion au propane est intéressante pourvu qu'il soit possible de faire le plein à une station locale. Toutefois, il ne serait pas rentable d'investir également pour le stockage et la pompe à la ferme.

4.5 LE GAZ NATUREL COMPRIMÉ EST-IL À CONSIDÉRER?

De nombreux agriculteurs canadiens emploient le gaz naturel pour le chauffage, le séchage des céréales et le fonctionnement des pompes à irrigation. Ce carburant, dont on possède des approvisionnements si abondants, pourrait-il être utilisé pour faire fonctionner d'autres machines agricoles?

Gaz naturel comprimé (GNC). Le GNC est du gaz naturel stocké à haute pression dans des réservoirs d'acier dont on se sert comme carburant pour les véhicules. Il diffère du propane en ce qu'il est entreposé à l'état gazeux. Cette particularité limite la quantité de carburant qu'on peut transporter à bord d'un véhicule. Il faut 4 litres de GNC pour produire la quantité d'énergie provenant de 1 litre d'essence.

Fonctionnement du moteur. Tout moteur à essence pourra fonctionner au gaz naturel moyennant de légères modifications au carburateur. Le principal obstacle à l'emploi du gaz naturel dans les véhicules est qu'il est difficile d'en mettre suffisamment à bord pour que ces derniers fonctionnent pendant une période convenable entre deux pleins.

Remplissage des cylindres de GNC. Les cylindres peuvent être remplis de deux façons:

1) Un système rapide qui permet de remplir deux cylindres de 50 litres en 2 à 3 minutes à partir de réservoirs à haute pression ou d'un compresseur de grande capacité.
2) Un système lent auquel il faut plusieurs heures pour remplir un cylindre de gaz comprimé au moyen d'un petit compresseur.

Les coûts ne sont justifiés que par une consommation élevée. Les sytèmes de remplissage coûtent cher (40 000 $ et +). Dans de nombreuses fermes, cet investissement ne serait pas justifié, mais les coopératives rurales de gaz naturel, courantes dans certaines provinces, pourraient en étudier les possibilités. Si un nombre suffisant d'agriculteurs de la coopérative consentaient à convertir leur camion au GNC, une station de service centrale pourrait être une proposition rentable. Cela dépnd évidemment de l'importance de l'avantage économique que représente le gaz naturel par rapport aux autres carburants. On voit dans le tableau A-1 (annexe A) que/m³ de gaz naturel produit 37,2 MJ d'énergie contre 34,7 MJ pour 1 litre d'essence. Si l'efficacité est la même, le gaz naturel à 15 c./m³ (4 $/GJ) produit de l'énergie au tiers du coût d'un litre d'essence à 40 c. (11,53 $/GJ).

EXEMPLE

Les données suivantes fournies par **B.C. Hydro** représentent les coût moyens de conversion des véhicules d'un parc automobile au GNC ainsi que les économies réalisées (dans la région de Vancouver).

Parc de 25 véhicules

Coût de la conversion—25 véhicules à raison de 1 650 $ chacun = $41,250

Compresseur (coût d'installation)
17 véhicules utilisant le système lent de remplissage
8 véhicules utilisant le système rapide = $94,000
COÛT TOTAL = $132,250

Consommation annuelle
25 véhicules à raison de 5 455 litres chacun = 136 375 litres

Comparaison des coûts

Prix de l'essence*	= 45,90 c. le litre
GNC (énergie équivalente)	= 11,85 c. le litre
Électricité et réparations du compresseur	= 3,30 c. le litre
Total des coûts variables pour le GNC	= 15,15 c. le litre
	- 15,15 c. le litre
Avantage économique du GNC	= 30,75 c. le litre

Économies réalisées par l'emploi du GNC
(136,375 L x 30,75 c./L) = **41 935 $ par année**

Analyse économique

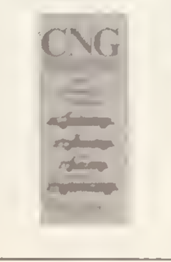
Terme de l'emprunt = 5 ans... Taux d'intérêt = 10,5 %

Année	Remboursement de l'emprunt	Économie nette
1	$ 35,300.	$ 6,635.
2	$ 35,300.	$ 6,635.
3	$ 35,300.	$ 6,635.
4	$ 35,300.	$ 6,635.
5	$ 35,300.	$ 6,635.
6	Aucun	$41,935.

Fig. 4.10 Aspects financiers de la conversion de 25 véhicules d'un parc automobile au GNC.

Conclusion

1) Le GNC permet aux exploitants de parcs de véhicules de réaliser des économies importantes.
2) La plupart des agriculteurs ne consomment pas suffisamment de carburant pour justifier le coût d'un compresseur.
3) Les coopératives rurales de gaz naturel pourraient offrir le GNC à leurs membres.



POUR EN SAVOIR PLUS:

1) **CNG Newsletter**. Publication distribuée par B.C. Hydro, Energy Use Engineering Dept. 625 Howe Street, Vancouver (Colombie-Britannique) V6C 2T6.
2) **Using Compressed Natural Gas for Tractor Fuel.** Engineering Note 290.000 -2. Publication distribuée par: B.C. Ministry of Agriculture and Food, Engineering Branch, Abbotsford (Colombie-Britannique) V2S 2C5.
3) **Canadian Alternative Fuels.** Publication distribuée par: Biomass Energy Institute, 1329 Niakwa Road, Winnipeg (Manitoba) R2J 3T4.
4) **Énergie de remplacement.** Rapport du Comité spécial de l'énergie de remplacement du pétrole. No XC2-321/2-01F au Catalogue. Publication distribuée par le Centre d'édition du gouvernement du Canada, Approvisionnements et Services Canada, Ottawa (Ontario) K1A 0S9 (4,95 $).

4.6 LE CAMIONNAGE: À L'ÉCOLE DES ROUTIERS

Les camionneurs professionnels, ont réussi à réaliser des économies de carburant allant jusqu'à 25 % et plus. Vous pourriez profiter de quelques-unes de leurs idées si votre exploitation vous amène à faire du transport sur de longues distances.

Moteur diesel. Depuis longtemps, la plupart des camions lourds sont équipés d'un moteur diesel en raison surtout des frais moindres de carburant et de la plus longue durée du moteur.

Groupe motopropulseur. Certains détaillants de camions ont accès à des programmes informatisés de simulation pour aider à déterminer le groupe motopropulseur le plus efficace par rapport aux charges transportées et aux conditions des routes. Les dépenses en carburant diminuent si on choisit avec soin la puissance, le couple, et les rapports entre la transmission et l'arbre des roues arrières.

Turbocompression. Un moteur à turbocompresseur bénéficie d'un apport d'air plus volumineux parce que la pression du gaz d'échappement est utilisée pour compresser l'air d'arrivée. Ce système améliore le rendement, réduit la fumée d'échappement et atténue le bruit du moteur.

Commande thermostatique du ventilateur. Ce dispositif offre plusieurs avantages. Il arrête le ventilateur lorsque ce dernier n'est pas nécessaire au refroidissement. Par conséquent, le réchauffement se fait plus rapidement, les températures sont plus égales, les bruits sont atténués dans la cabine, et le ventilateur emploie moins d'énergie.

Pneus radiaux. L'emploi de pneus radiaux fait économiser le carburant en réduisant la résistance au roulement. D'après les rapports, les améliorations de l'efficacité peuvent aller de 3 à 12 %.

Déflecteurs d'air. Ces dispositifs sont employés pour donner un profil aérodynamique aux camions. Les économies de carburant réalisées sur la grande route se situent entre 2,5 et 3,5 L/100 km. Les déflecteurs feront économiser 3 000 L de carburant à un camion qui parcourt 100 000 km/année. À 40 c. le litre, les économies annuelles se chiffrent à 1 200 $, soit deux fois le prix du déflecteur. (Il y a cependant des exceptions: par exemple, les déflecteurs augmenteront la consommation de carburant lorsque le tracteur roule seul ou avec une remorque plate-forme).

Vitesse. On voit à la figure 4.12 les différences entre les coûts de fonctionnement de tracteurs tirant une remorque à différentes vitesses. Il est à remarquer qu'une augmentation de la vitesse de 90 à 105 km/h se traduit par une hausse approximative de 10 000 $ des coûts relatifs au carburant, aux pneus et à l'entretien pour une distance parcourue de 160 000 km.

Marche à vide. Un moteur de camion diesel en marche à vide consomme environ 2 litres de carburant par heure. En plus de gaspiller du carburant, le fait de faire fonctionner le moteur en marche à vide sans raison provoque l'encrassement de l'injecteur, le dilution de l'huile et un refroidissement exagéré. Il existe des dispositifs automatiques qui peuvent arrêter un moteur en marche à vide après 3 minutes de refroidissement.

Température du moteur. Un moteur qui tourne sans avoir atteint la température recommandée gaspille du carburant et se détériore plus rapidement. Un moteur qui fonctionne à 65°C au lieu d'à 85°C emploie 4 % de plus de carburant. Suivre les recommandations du fabricant quant à la température idéale de fonctionnement du moteur. Les chauffe-moteurs, les persiennes de radiateur, les ventilateurs thermostatiques, et les protège-radiateurs peuvent aider

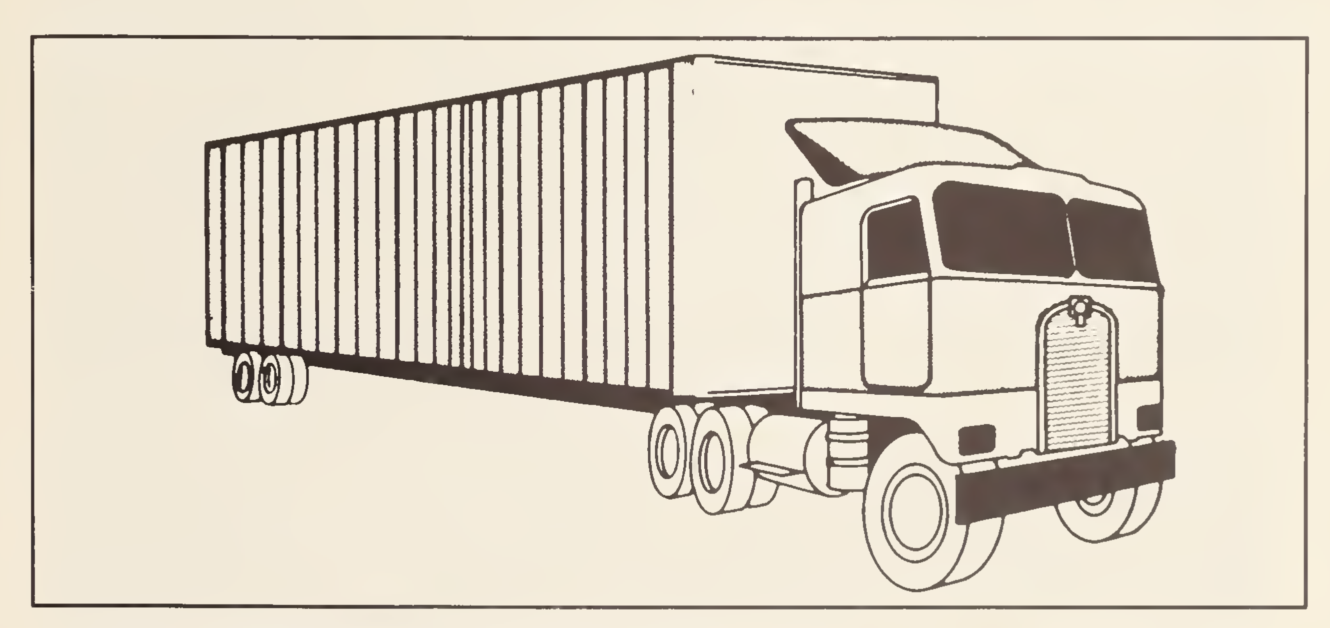


Fig. 4.11 Les entreprises commerciales importantes de camionnage ont montré qu'on pouvait réaliser de grandes économies d'énergie.

POUR EN SAVOIR PLUS:

1) **Trucker's Guide To Energy Conservation.** Publication distribuée par la Canadian Trucking Associaton, 130 rue Albert, Ottawa (Ontario) K1P 5G4.

2) **Spec'ing A Fuel-Efficient Truck**. Série de 8 brochures, publications distribuées par le ministère des Transports et des Communications de l'Ontario, 1201 Wilson Avenue, Downsview (Ontario) M3M 1J8.

3) **Saving Fuel With Truck Grad Reduction Devices.** Publication distribuée par la Canadian Trucking Association, 130, rue Albert, Ottawa (Ontario) K1P 5G4.

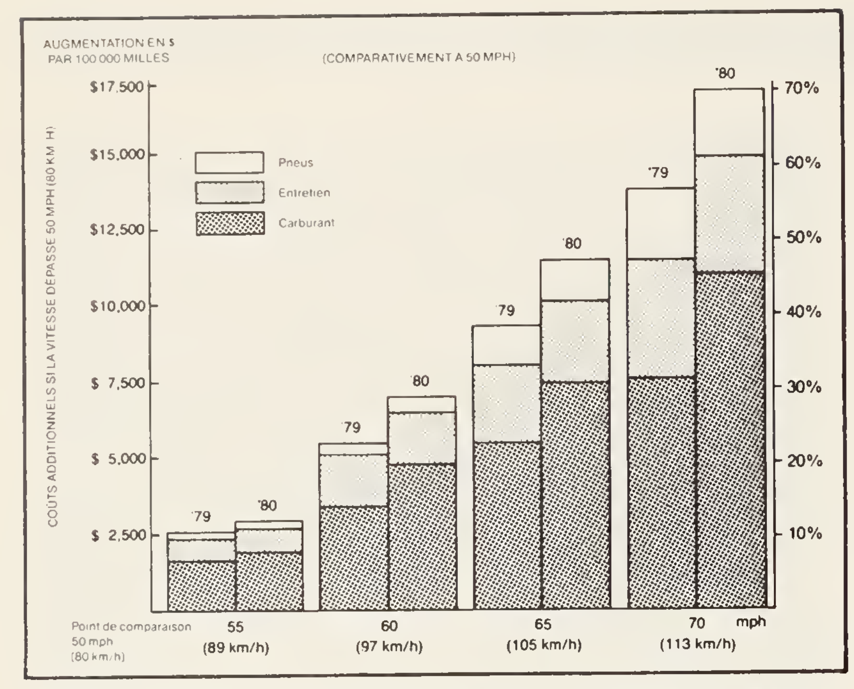


Fig. 4.12 Comment les coûts du transport par camion augmentent avec la vitesse.

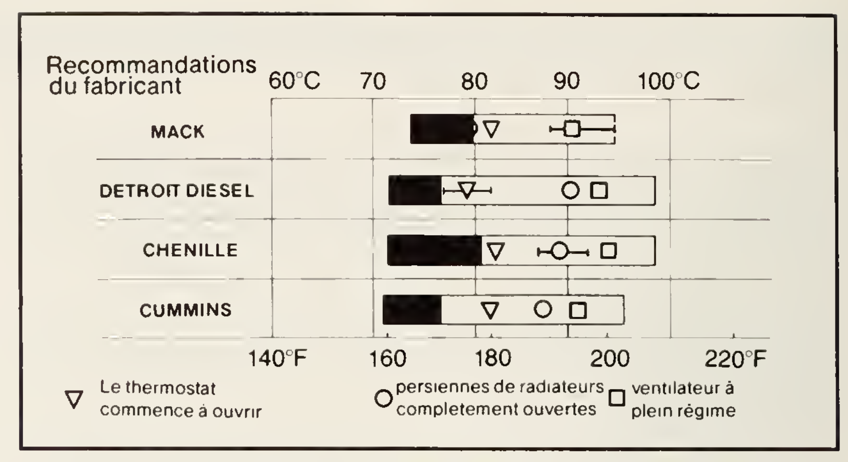


Fig. 4.13 Températures de fontionnement recommandées.

à réchauffer le moteur plus rapidement. Vérifier le thermostat et l'indicateur de température pour assurer un bon fonctionnement.

Huiles. Les huiles à moteur synthétiques permettent d'augmenter d'environ 4 % la quantité d'énergie tirée du carburant. Elles facilitent aussi le démarrage et raccourcissent la période de réchauffement. Employez les huiles multigrades conçues pour l'utilisation par temps froid.

5 *Comment économiser énergie et dollars par* LA GESTION DE L'ÉQUIPEMENT

Le fonctionnement des machines agricoles mobilise une grande partie de la consommation de carburant sur la ferme. La moindre amélioration de l'efficacité du travail peut réduire les coûts de production de plusieurs centaines de dollars. Voici quelques suggestions qui s'appliquent à la plupart des exploitations.

Choisir des modèles de faible consommation. Au moment d'acheter des tracteurs ou autre équipement motorisé, la consommation de carburant devrait être un point important à considérer; les différences en ce domaine entre les marques et les modèles peuvent en effet être très importantes.

Entretien du matériel. Les moteurs bien entretenus et le matériel réglé correctement consomment moins de carburant. De simples détails comme des filtres à air obstrués ou une mauvaise pression de gonflage des pneus peuvent faire gaspiller beaucoup de carburant. Garder les outils de labour et les autres outils de coupe propres et bien aiguisés.

Régler le glissement. On obtient la meilleure traction lorsque le glissement n'est pas supérieur à 10 ou 15 %. Régler la vitesse, les masses d'alourdissement, et la taille de l'outil utilisé afin d'épargner du carburant et du temps.

Adapter le tracteur à son travail. Un tracteur devrait pouvoir traîner un outil à environ 8 km/h. S'il ne peut dépasser la vitesse de 6 km/h, il est probablement surchargé. Dans ces conditions on peut s'attendre à beaucoup de glissement ou à une détérioration prématurée du groupe motopropulseur, ou les deux. Dans la mesure du possible, adaptez le tracteur à la charge à transporter et à la vitesse voulue afin de pouvoir tirer profit du maximum de sa puissance. De cette façon, le moteur fonctionnera de la manière la plus économique.

Passer à un numéro de vitesse plus élevé et diminuer le régime du moteur. Lorsqu'on doit utiliser un gros tracteur pour faire un travail qui ne demande pas sa pleine puissance, on peut obtenir le fonctionnement le plus efficace du moteur en passant à un numéro de vitesse plus élevé et en diminuant le régime du moteur (RPM). Il faut toutefois faire attention pour éviter la surcharge. Les signaux indicateurs de la surcharge d'un moteur comprennent l'émission de fumée noire, la hausse de la température du moteur et une mauvaise réponse à l'accélération.

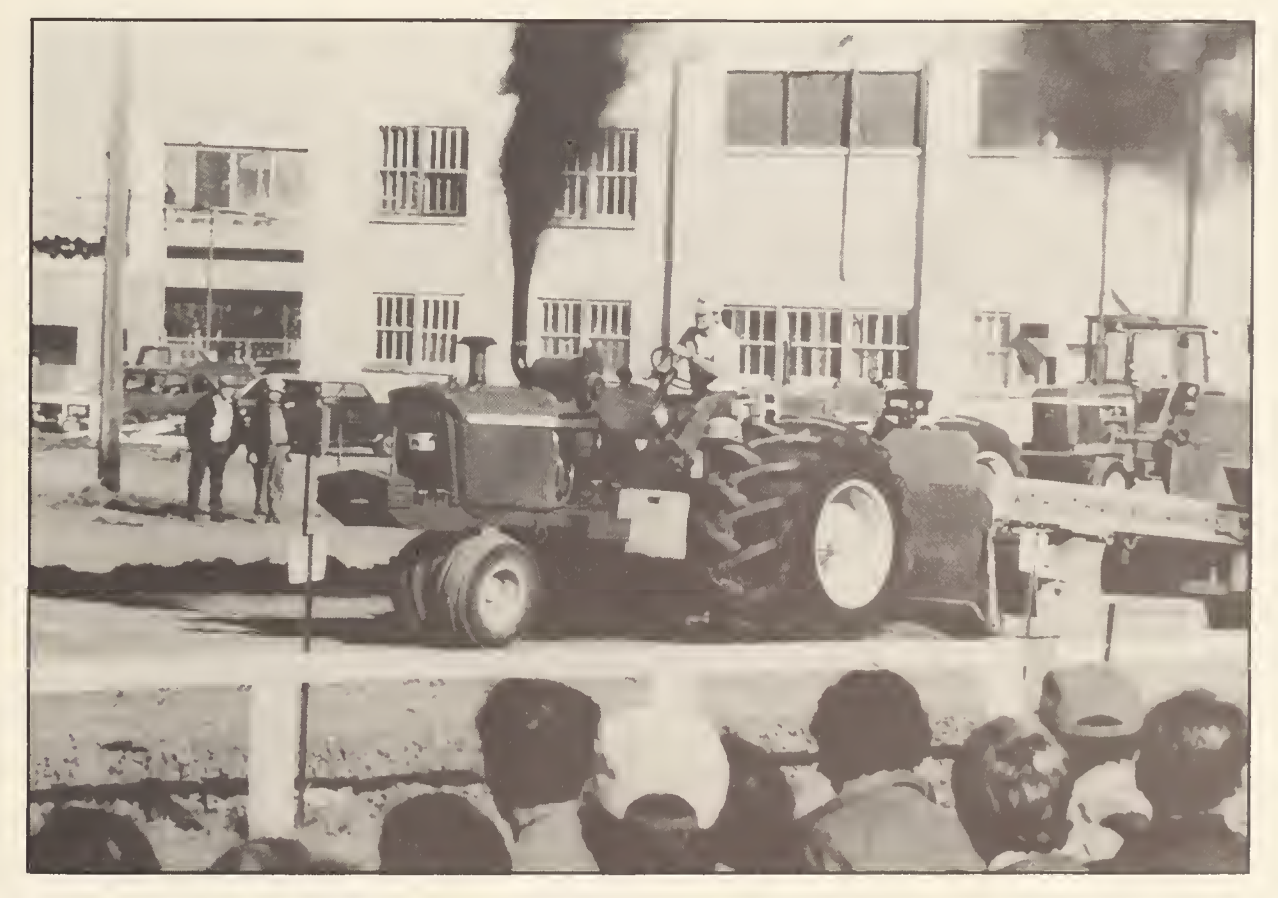
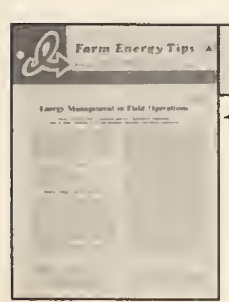


Fig. 5.1 La surcharge d'un tracteur peut coûter cher en réparations.



POUR EN SAVOIR PLUS:

1) **Energy Mangement In Field Operations.** Factsheet CC277, publication distribuée par: Cooperative Extension Service, University of Nebraska, Lincoln, Nebraska 68583.

2) **Tractor Selection, Operation And Service For Minimum Fuel Consumption.** Factsheet no 1211, publication distribuée par: Cooperative Extension Service, Oklahoma State University, Stillwater, Oklahoma 70478.

5.1 ÉCONOMISER PAR L'ENTRETIEN DU MATÉRIEL

Les lignes directrices pour l'entretien adéquat des machines agricoles sont d'habitude bien exposées dans le manuels de l'utilisateur et la documentation fournie par le fabricant. Quels sont les effets de la négligence en ce domaine sur la consommation de l'énergie? En voici quelques exemples.

Mise au point des moteurs à essence. L'efficacité énergétique des moteurs à essence diminue de façon importante entre les mises au point. Les pointes et les bougies des moteurs plus anciens devraient être remplacés tous les 100 à 400 heures selon le cycle de marche. Le système d'allumage électronique des moteurs plus récents n'a pas besoin de pointes et prolonge la durée de vie des bougies en fournissant un voltage plus élevé.

Exemple: prenons un moteur de camion à 8 cylindres en V de 5,7 L qui consomme normalement 14 L/100 km. Si l'une des bougies ne fonctionne que de façon intermittente, il pourrait consommer jusqu'à 10 % de plus de carburant.

Coût de carburant additionnel = (20 000 km/année x 1,4 L/100 km x 0,40 $/L) = **112 $ par année**.

Mise au point des moteurs diesel. Vérifier le réglage de l'allumage et l'injecteur selon le calendrier recommandé.

Exemple: prenons un tracteur de 134 KW (180 hp) qui aurait dû être mis au point il y a un an et qui enregistre une perte de 7 % d'efficacité.

Coût additionnel de carburant = (600 H) (7/100) (36,3 L/h) (0,35 $/L) = **534 $ par année**.

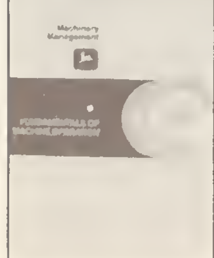
Filtre à air du moteur. Un filtre à air partiellement bloqué peut faire augmenter la consommation de carburant de 15 %.

Exemple: prenons un tracteur de 134 KW (180 hp) qui fonctionne pendant une semaine avec un filtre à air bloqué:

Coût additionnel du carburant = (60 h x 36,3 L/h x 15/100 x 0,35 $/L) - **114 $.**

Outils de labour. Les socs de charrue ou les dents de cultivateur sales et rouillés peuvent augmenter la résistance de 25 % jusqu'à ce que le sol les ait polis. Cela pourrait représenter jusqu'à 10 heures de travail à un degré élevé de résistance.

Coût additionnel de carburant = (10 h x 36,3 L/h x 25/100 x 0,35 $/L) = **32 $**.



POUR EN SAVOIR PLUS:

1) **Fundamentals of Machine Operation.** S'adresser à: John Deere Service Training, Department F, John Deere Road, Moline, Illinois 61265 (10,35 $ US.).

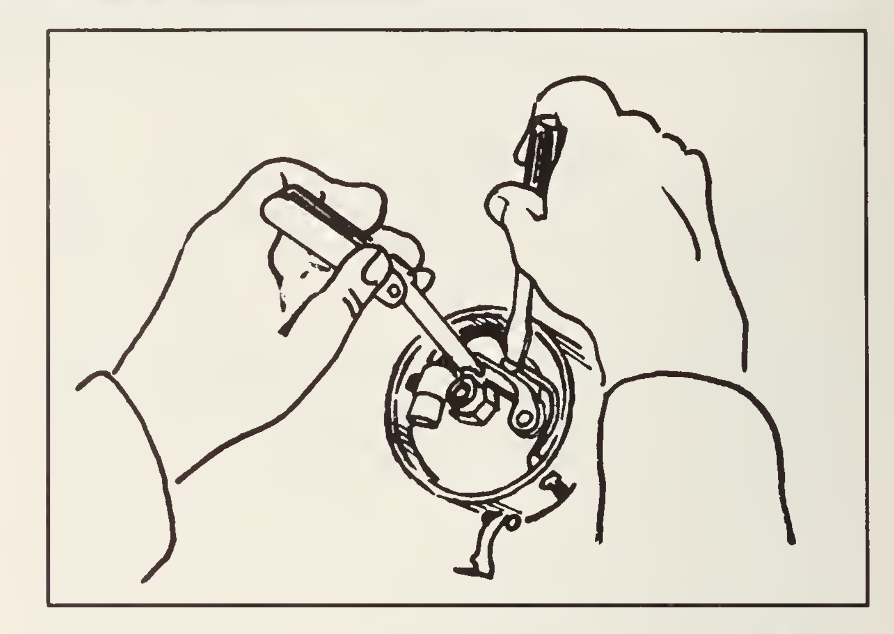


Fig. 5.2 De fréquentes mises au point assurent le bon fonctionnement des moteurs à essence.

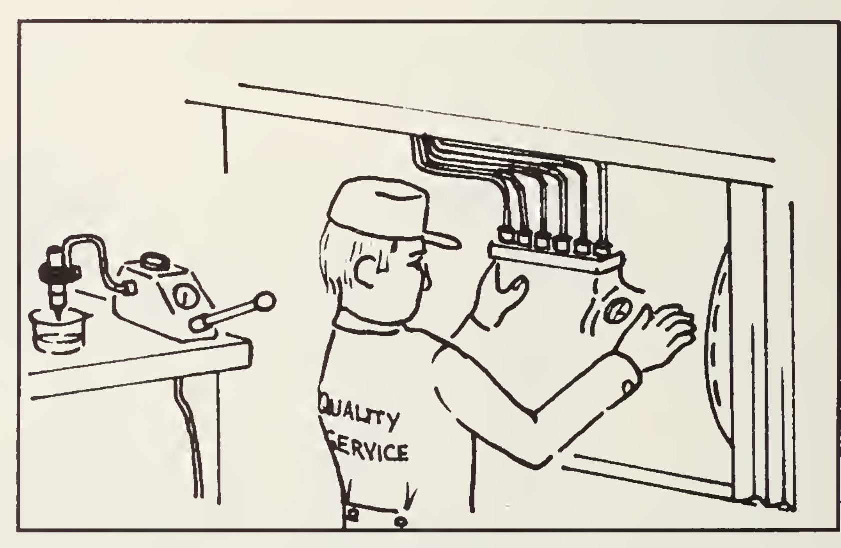


Fig. 5.3 Le réglage de l'allumage ainsi que le fonctionnement de la pompe diesel et de l'injecteur devraient être vérifiés par un mécanicien qualifié.

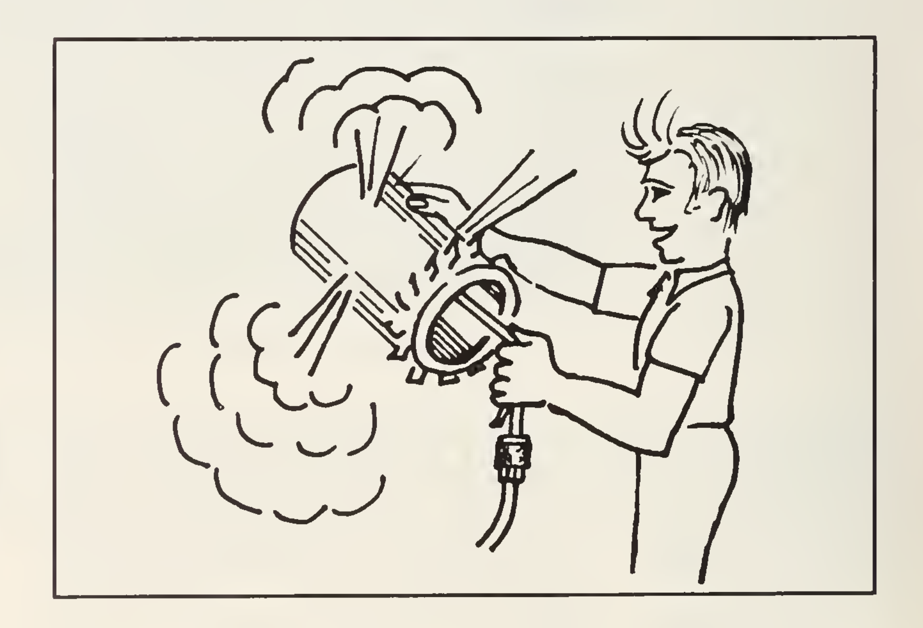


Fig. 5.4 Il faut nettoyer le filtre à air avec la pression d'air recommandée.

Outils de coupe. Des lames mal aiguisées et un dégagement excessif des couteaux peuvent faire augmenter la demande de puissance d'une proportion allant jusqu'à 30 %.

Prenons par exemple une moissonneuse à fourrage dont les couteaux sont mal aiguisés et dont le dégagement de la barre de coupe est excessif.

Coût additionnel de carburant = (36,3 L/h x 30/100 x 10 h/jour x 0,35 $/L) = **38 $ par jour**.

Des couteaux mal aiguisés peuvent aussi faire augmenter la longueur de coupe. La densité réduite ainsi obtenue l'efficacité des travaux de transport et d'emballage.

Gonflage des pneus. Il est difficile d'estimer à l'oeil la pression de gonflage des pneus de voiture et de camion. Il est très possible de rouler pendant de longues périodes sur des pneus dont la pression est trop basse, particulièrement dans le cas des pneus radiaux.

Prenons par exemple un véhicule qui roule pendant 20 000 km avec une pression de gonflage des pneus de 20 % inférieure à la pression recommandée:

Coût additionnel de carburant = (20 000 km x 15 L.100 x 10/100 x 0,40 $/L) = **120 $**. L'utilisation prolongée d'un véhicule dont les pneus ne sont pas assez gonflés peut ausi endommager le flanc du pneu et en abréger la durée.

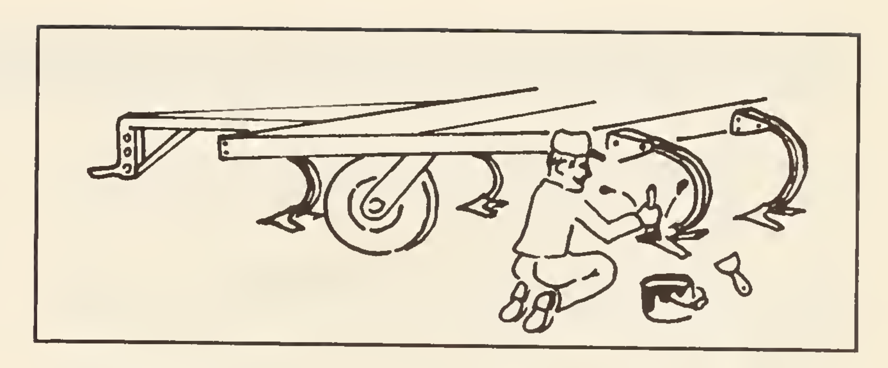


Fig. 5.5 Le nettoyage et l'huilage des dents d'une charrue entre les périodes d'emploi les empêcheront de rouiller.

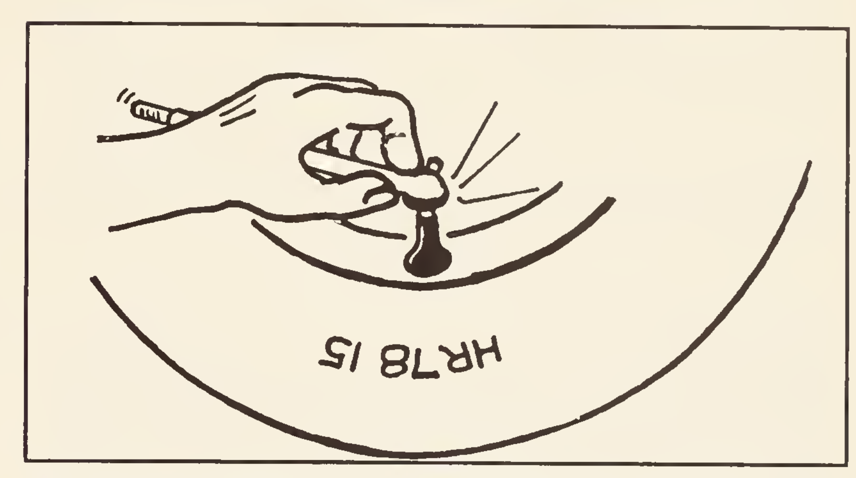


Fig. 5.6 La pression de gonflage devrait être vérifiée lorsque les pneus sont froids.

5.2 COMPARER L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DES TRACTEURS

Les essais sur les tracteurs du Nebraska permettent de mesurer la puissance et l'efficacité énergétique de la plupart des tracteurs vendus en Amérique du Nord.

Voici un exemple de la façon dont on doit utiliser ces tests pour prévoir l'efficacité en carburant des différents tracteurs:

EXEMPLE
Comparons les prévisions des coûts annuels en carburant pour un tracteur John Deere 4240 et un Deutz DX-120 moyennant 600 heures de travail par année et un prix ducarburant diesel à 35 c. le litre.

Calculs

Étapes	John Deere	Deutz DX-120
A. Multiplier la puissance maximale PDF (KW) par 0,55 (55 % représente la charge moyenne tirée par les tracteurs sur une longue période)	(0,55 x 82,82 kW) = 45,55 kW	(0,55 x 82,99 kW) = 45,65 kW
B. Multiplier le résultat par les heures d'utilisation par année.	(45,55 kW x 600h) = 27 330 kWh	(45,65 kW x 600h) = 27 390 kWh
C. Diviser le résultat par la puissance (kWh/L) lorsque le tracteur tire 75 % de la charge maximale à la barre d'attachement.	(27 330 kWh) / 2,295 kWh/L = 11 909 L	(27 390 kWh) / 2,655 kWh/L = 10 316 L
D. Multiplier le résultat par le prix du carburant.	(11 909 L x 0,35 $/L) = 4 168 $	(10 316 L x 0,35 $/L) = 3 611 $

Conclusion. Dans ces conditions de fonctionnement particulières, les économies d'énergie réalisées avec le tracteur le plus efficace s'élèveraient à environ 557 $ par année. Si le prix du carburant augmente à un taux annuel de 8 %, les économies totales en 5 ans s'élèveraient à 3 268 $.

Il ne s'agit pas de choisir les tracteurs seulement d'après la consommation de carburant. Les coûts d'entretien et le service offert par le vendeur sont encore plus importants. Toutefois, comme on l'a montré ci-haut, les coûts en carburant ne sont pas à négliger.

POUR EN SAVOIR PLUS:

1) **Nebraska Tractor Test Data.** Résumé des données publiées annuellement par: University of Nebraska, Department of Agricultural Engineering, Lincoln, Nebraska 68583 (1 $ US.).

2) **Interpret Nebraska Tests For Fuel Efficiency.** Note d'information, distribuée par: Alberta Agriculture, Print Media Branch, Main Floor, 7000-113 Street, Edmonton (Alberta) T6H 5T6.

3) **How To Use Nebraska Tests for Tractor Comparisons.** Handi-Fact no 762.1. Publicaiton distribuée par: Saskatchewan Agriculture, Family Plan Farm Improvement Branch, 3085 Albert Street, Regina (Saskatchewan) S4S 0B1.

4) **Buying A Tractor: Compare And Save.** Factsheet no 383. Publication distribuée par: Cooperative Extension Services, Michigan State University, East Lansing, Michigan 48824.

5) **Tractor Fuel Economy.** Note d'information distribuée par: Cooperative Extension Services, Division of Agriculture, Oklahoma State University, Stillwater, Oklahoma 74078.

POWER TAKE-OFF PERFORMANCE

Power Hp (kW)	Crank shaft speed rpm	Fuel Consumption gal/hr (l/h)	lb/hp hr (kg/kW h)	Hp hr/gal (kW h/l)	Temperature °F (°C) Cooling medium	Air wet bulb	Air dry bulb	Barometer inch Hg (kPa)
MAXIMUM POWER AND FUEL CONSUMPTION								
Rated Engine Speed—Two Hours (PTO Speed—1011 rpm)								
111 06 (82 82)	2200	7.822 (29 608)	0.492 (0 299)	14.20 (2 797)	193 (89 3)	62 (16 7)	75 (23 9)	29 030 (98 030)
Standard Power Take-off Speed (1000 rpm)—One Hour								
111.43 (83 09)	2176	7 744 (29 315)	0.485 (0 295)	14.39 (2 834)	193 (89 4)	62 (16 7)	75 (23 9)	29.050 (98 097)
VARYING POWER AND FUEL CONSUMPTION—Two Hours								
97.40 (72 63)	2272	7 064 (26 740)	0.506 (0 308)	13.79 (2 716)	189 (87 2)	62 (16 7)	75 (23 9)	. ..
0.00 (0 00)	2365	2.685 (10 166)	..		178 (80 8)	62 (16 7)	75 (23 6)	.
49.98 (37 37)	2333	4.744 (17 956)	0 663 (0 403)	10.54 (2 076)	183 (83 6)	62 (16 7)	75 (23 9)	.... .
111.93 (83 47)	2200	7 824 (29 619)	0.488 (0 297)	14.31 (2 818)	193 (89 4)	62 (16 7)	76 (24 4)	. .
25.20 (18 79)	2350	3.717 (14 069)	1.030 (0 626)	6 78 (1 336)	179 (81 4)	62 (16 7)	75 (23 9)	. ....
74 13 (55 28)	2305	5.848 (22 137)	0.551 (0.335)	12 68 (2 497)	186 (85 3)	62 (16 7)	75 (23 9)	.....
Av 59.77 Av (44.57)	**2304**	**5.314 (20.114)**	**0.621 (0.378)**	**11.25 (2.216)**	**184 (84.6)**	**62 (16.7)**	**75 (23.9)**	**29.040 (98.064)**

DRAWBAR PERFORMANCE

Power Hp (kW)	Drawbar pull lbs (kN)	Speed mph (km/h)	Crank shaft speed rpm	Slip %	Fuel Consumption gal/hr (l/h)	lb/hp hr (kg/kW h)	Hp hr/gal (kW h/l)	Temp °F (°C) Cooling med	Air wet bulb	Air dry bulb	Barom inch Hg (kPa)
Maximum Available Power—Two Hours 4th Gear											
92.70 (69 12)	7692 (34 21)	4 52 (7 27)	2199	6.38	7.645 (28 938)	0 576 (0 350)	12.13 (2 389)	195 (90 6)	73 (22 5)	78 (25 3)	28.965 (97.810)
75% of Pull at Maximum Power—Ten Hours 4th Gear											
76.14 (56 77)	5961 (26 51)	4.79 (7 71)	2286	4.60	6.535 (24 738)	0.599 (0 365)	11.65 (2 295)	193 (89 2)	71 (21 4)	86 (29 8)	28.836 (97 375)
50% of Pull at Maximum Power—Two Hours 4th Gear											
52.79 (39 36)	4001 (17 80)	4.95 (7 96)	2323	3.09	5.210 (19 721)	0.689 (0 419)	10.13 (1 996)	185 (84 7)	73 (22 8)	79 (25 8)	28.940 (97 726)
50% of Pull at Reduced Engine Speed—Two Hours 6tb Gear											
52.50 (39 15)	3982 (17 71)	4 94 (7 96)	1374	2.98	3.795 (14 367)	0.505 (0 307)	13.83 (2 725)	187 (86 1)	75 (23 6)	82 (27 5)	28.915 (97 642)
MAXIMUM POWER IN SELECTED GEARS											
70.93 (52 89)	12450 (55 38)	2.14 (3 44)	2298	14 77		2nd Gear		185 (84 7)	64 (17 8)	70 (21 1)	28.890 (97 557)
93.57 (69 78)	10365 (46 11)	3.39 (5 45)	2200	9.29		3rd Gear		193 (89 2)	68 (20 0)	72 (22 2)	28.980 (97 861)
95.65 (71 33)	7947 (35 35)	4 51 (7 26)	2197	6.48		4th Gear		193 (89 4)	67 (17 4)	70 (21 1)	28.980 (97 861)
93.89 (70 01)	5854 (26 04)	6.01 (9 68)	2200	4.58		5th Gear		193 (89 4)	69 (20 6)	73 (22 8)	28.980 (97 861)
93.79 (69 94)	4464 (19 86)	7.88 (12 68)	2200	3.35		6th Gear		194 (90 0)	71 (21 7)	75 (23 9)	28.980 (97 861)

LUGGING ABILITY IN 4th GEAR

Crankshaft Speed rpm	2197	1981	1757	1541	1317	1095
Pull—lbs (kN)	7947 (35.35)	8694 (38 67)	9252 (41 16)	9304 (41 39)	9331 (41 51)	9258 (41 18)
Increase in Pull %	0	9	16	17	17	16
Power—Hp (kW)	95.65 (71 33)	93.57 (69 77)	87.72 (65 41)	77.28 (57 62)	66 17 (49 34)	54.61 (40 72)
Speed—Mph (km/h)	4.51 (7 26)	4.04 (6 50)	3.56 (5 72)	3.11 (5 01)	2.66 (4 28)	2.21 (3 56)
Slip %	6.48	7.23	7.77	8.04	8.17	8.04

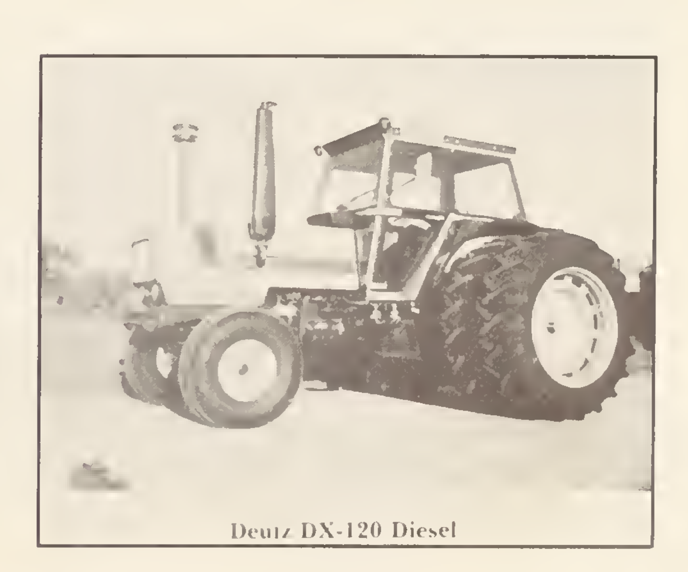
John Deere 4240 Power Shift Diesel

POWER TAKE-OFF PERFORMANCE

Power Hp (kW)	Crank shaft speed rpm	Fuel Consumption gal/hr (l/h)	lb/hp hr (kg/kW h)	Hp hr gal (kW h/l)	Temperature °F (°C) Cooling medium	Air wet bulb	Air dry bulb	Barometer inch Hg (kPa)
MAXIMUM POWER AND FUEL CONSUMPTION								
Rated Engine Speed—Two Hours (PTO Speed—1158 rpm)								
11 29 82 99)	2400	6.901 (26 123)	0.435 (0 264)	16.13 (3 177)	air cooled	59 (15 0)	75 (24 1)	29.160 (98 469)
Standard Power Take-off Speed (1000 rpm)—One Hour								
01.90 75 99)	2072	6 214 (23 523)	0.427 (0 260)	16 40 (3 230)	air cooled	60 (15 4)	76 (24 3)	29.110 (98 300)
VARYING POWER AND FUEL CONSUMPTION—Two Hours								
97.10 72 41)	2463	5.946 (22 508)	0.429 (0.261)	16 33 (3 217)	air cooled	60 (15 6)	76 (24 4)	.. ..
0.00 (0 00)	2604	1.708 (6 465)	..	....	air cooled	60 (15 6)	76 (24 4)	. ... .
49.85 (37 17)	2538	3 741 (14 161)	0 526 (0 320)	13.33 (2 625)	air cooled	60 (15 6)	76 (24 4)	.... ..
11 94 (83 47)	2399	6.978 (26 415)	0 437 (0 266)	16.04 (3 160)	air cooled	60 (15 6)	76 (24 4)	. ...
25.45 (18 98)	2576	2.727 (10 323)	0.751 (0 457)	9.33 (1 839)	air cooled	60 (15 3)	75 (23 6)	.. ..
73.98 (55 17)	2504	4 786 (18 117)	0.453 (0 276)	15 46 (3 045)	air cooled	59 (15 0)	74 (23 3)	. ..
59.72 (44.53)	**2514**	**4.314 (16.330)**	**0.506 (0.308)**	**13.84 (2.727)**	**air cooled**	**60 (15.4)**	**75 (24.1)**	**29.077 (98.188)**

DRAWBAR PERFORMANCE

r)	Drawbar pull lbs (kN)	Speed mph (km/h)	Crank-shaft speed rpm	Slip %	Fuel Consumption gal/hr (l/h)	lb/hp hr (kg/kW h)	Hp hr gal (kW h/l)	Temp °F (°C) Cool-ing med	Air wet bulb	Air dry bulh	Barom inch Hg (kPa)
Maximum Available Power—Two Hours 9th (1H) Gear											
36 5)	5787 (25 74)	6.02 (9 68)	2399	4.82	6.831 (25 860)	0 516 (0 314)	13.59 (2 678)	air cooled	62 (16 7)	78 (25 3)	28.820 (97 321)
75% of Pull at Maximum Power—Ten Hours 9th (1H) Gear											
10 7)	4504 (20 03)	6.36 (10 24)	2507	3 70	5.669 (21 458)	0 520 (0 316)	13.48 (2 655)	air cooled	51 (10.3)	62 (16 7)	29.009 (97 959)
50% of Pull at Maximum Power—Two Hours 9th (1H) Gear											
59 1)	3010 (13 39)	6.55 (10 54)	2548	2.49	4 370 (16 542)	0.582 (0 354)	12.03 (2 371)	air cooled	62 (16 7)	79 (26 1)	28.820 (97 321)
50% of Pull at Reduced Engine Speed—Two Hours 13th (3H) Gear											
28 8)	2999 (13.34)	6.54 (10 52)	1459	2.69	3 478 (13 166)	0.466 (0 284)	15.03 (2 961)	air cooled	62 (16 4)	67 (19 4)	28 990 (97 895)
MAXIMUM POWER IN SELECTED GEARS											
95 59)	12615 (56 12)	2 61 (4 21)	2448	14.98		4th (1M) Gear		air cooled	55 (12 8)	58 (14 4)	28.970 (97 827)
27 30)	10405 (46.28)	3.40 (5 47)	2400	9.78		5th (4L) Gear		air cooled	61 (16 1)	71 (21 7)	28.810 (97 287)
94 90)	8985 (39 97)	3.96 (6 38)	2400	7.83		6th (2M) Gear		air cooled	60 (15 6)	70 (21 1)	28.810 (97.287)
42 41)	8229 (36 60)	4.30 (6 93)	2399	6.97		7th (5L) Gear		air cooled	59 (15 0)	69 (20 6)	28.810 (97 287)
93 54)	7260 (32 29)	4.96 (7 97)	2400	5.94		8th (3M) Gear		air cooled	58 (14 4)	68 (20 0)	28.800 (97 253)
29 90)	6003 (26 70)	6 01 (9 68)	2399	4.89		9th (1H) Gear		air cooled	57 (13 9)	66 (18 9)	28.800 (97 253)
41 54)	4990 (22 20)	7.32 (11 78)	2398	3.98		10th (4M) Gear		air cooled	62 (16 7)	72 (22 2)	28.820 (97 321)
62 56)	4077 (18 14)	8.70 (14 01)	2399	3 36		11th (2H) Gear		air cooled	62 (16 7)	73 (22 8)	28.820 (97 321)



Deutz DX-120 Diesel

Fig. 5.7 Comparaison de Tests Nebraska.

5.3 ÉQUIPEMENT INFLUANT SUR LA CONSOMMATION DE CARBURANT DES TRACTEURS

Les tracteurs modernes peuvent être équipés en option d'une variété d'accessoires qui influent sur leur rendement et leur consommation de carburant.

Turbocompresseur. Ce dispositif enrichit l'alimentation en air du moteur, ce qui se traduit par une puissance accrue et une meilleure combustion du carburant. En outre, le turbocompresseur améliore la résistance du moteur aux surcharges par un accroissement de la réserve de couple. Le moteur et la transmission doivent être conçus pour absorber le surcroît de puissance.

Refroidissement intermédiaire. Le liquide refroidissant du moteur circule à travers un échangeur thermique pour refroidir l'air d'admission qui a été comprimé et échauffé par le turbocompresseur. Ce refroidissement augmente la densité del'air et procure une puissance accrue aux moteurs d'une cylindrée donnée.

Amplificateur de couple. Les concepteurs s'efforcent aujourd'hui d'améliorer le fonctionnement du moteur à bas régime de façon à éviter les changements de rapport lors de surcharge. La surcharge peut nuire à la consommation de carburant, et un fonctionnement constant à bas régime peut endommager le moteur.

Transmission Power-Shift. Les transmissions à train planétaire dites "Power-Shift" sont offertes sur les tracteurs agricoles depuis plus de 20 ans et gagnent sans cesse en popularité. Alors que les premiers modèles pénalisaient la consommation de carburant de 5 à 10 %, ce type de transmission est aujourd'hui beaucoup plus efficace de sorte qu'il atteint presque le rendement de la transmission manuelle au plan de la consommation. Il s'ensuit une plus grande efficacité des travaux aux champs grâce à la possibilité de varier la vitesse d'avancement sans avoir à immobiliser le tracteur pour changer de rapport.

Transmission hydrostatique. La transmission hydrostatique offre une gamme infinie de vitesses, mais au prix d'une augmentation de la consommation de carburant de 15 à 20 % comparativement à une transmission à rapports.

Pneus radiaux. Les pneus radiaux contribuent à diminuer la consommation de carburant de 5 à 20 %, selon l'état du sol, le lestage, la vitesse, etc.

Motricité des 4 roues. Correctement lesté, un tracteur à 4 roues motrices possède une efficacité de traction de 5 à 10 % supérieure à celle d'un tracteur à 2 roues motrices. Il en résulte une diminution de la consommation de carburant et un meilleur rendement aux champs. De plus en plus d'exploitants optent pour la traction avant auxiliaire. Les économies de carburant seules justifient rarement le coût supplémentaire des tracteurs à 4 roues motrices ou à traction avant auxiliaire. L'investissement peut être compensé par d'autres avantages, en particulier un meilleur comportement sur sols détrempés et sur terrains vallonneux.

Climatiseur. Généralement jugé essentiel pour controller la chaleur et éliminer la poussière dans l'habitacle, le climatiseur est livré en équipement standard sur la plupart des nouveaux tracteurs. Cet appareil absorbant jusqu'à 15 kilowatts de puissance, son utilisation restreinte permettra des économies de carburant. Le refroidisseur évaporatif, beaucoup moins gourmand en énergie, pourrait dans l'avenir être offert en option.

Instruments de bord. L'agriculteur doit connaître les plus récents instruments de bord susceptibles d'améliorer l'efficacité de son tracteur (indicateurs de taux de patinage, d'effort à la barre, de vitesse d'avancement, de consommation de carburant, etc.). Des problèmes de durabilité et d'exactitude restent cependant à surmonter dans la mise au point de ces instruments.

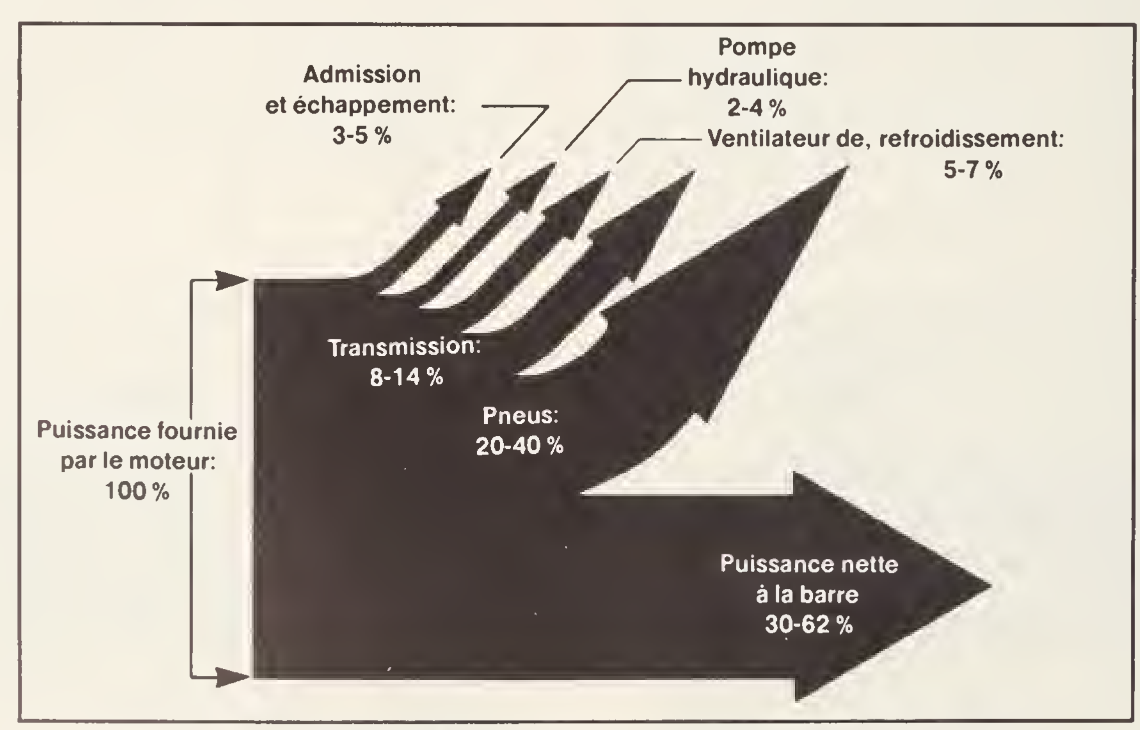


Fig. 5.8 Pertes de puissance types du tracteur: du moteur à la barre d'attelage
(Référence: **Grain Grower**, juin 1983)

5.4 MAÎTRISE DU PATINAGE

Un certain patinage est nécessaire pour créer de la traction et protéger la transmission lorsque le tracteur tire une charge. Le lestage vise à obtenir le degré de patinage approprié, compte tenu de la charge et de l'état du sol. L'efficacité de traction type d'un tracteur à 2 roues motrices sur diverses surfaces est illustrée à la figure 5.9. On remarquera que, sur un sol travaillé, il faut entre 10 et 15 % de patinage pour obtenir une efficacité de traction maximale. Les courbes indiquent également que le recours au surlestage pour maintenir un taux de patinage inférieur à 8 % entraîne en fait une forte baisse de l'efficacité de traction en raison d'un accroissement de la résistance au roulement.

D'après les exemples donnés à la page suivante, on voit qu'un patinage insuffisant ou excessif entraîne des pertes de carburant et donc d'argent.

Vérification du patinage

1) Faire un trait de repère sur l'un des pneus arrière du tracteur de façon à pouvoir compter facilement le nombre de tours.

2) Marcher à côté du tracteur pendant qu'il tire un outil à la vitesse et à la profondeur de travail choisies.

3) Mesurer la distance franchie après 10 tours de roue.

4) Lever ou dételer l'outil et mesurer de nouveau la distance franchie après 10 tours de roue.

5) Calculer le patinage de la façon suivante:

   Taux de patinage = (distance sans charge - distance en charge)/distance sans charge x 100

   Exemple: distance en charge franchie en 10 tours = 40 m; distance sans charge franchie en 10 tours = 50 m; taux de patinage = (50 - 40)/50 x 100 = 20 %

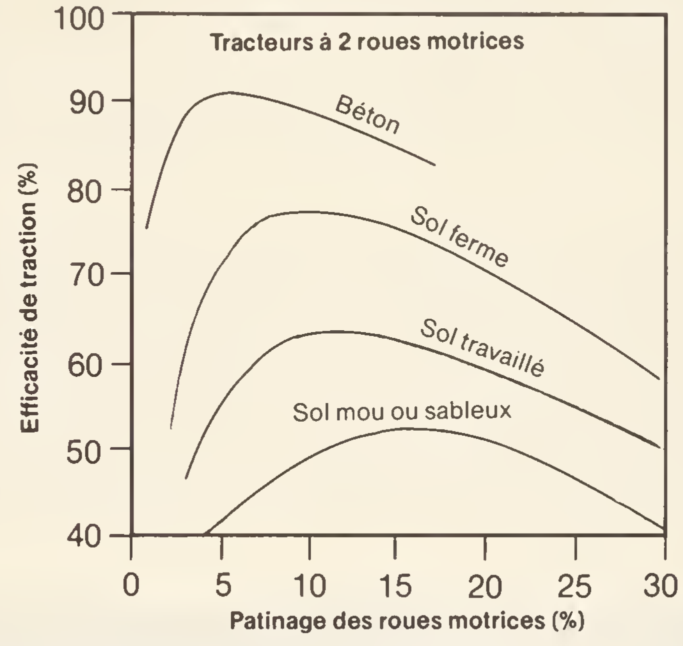


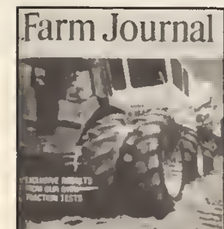
Fig. 5.9 Efficacité de traction sur différentes surfaces et avec différents taux de patinage des roues motrices



Fig. 5.10 Vérification du patinage



Fig. 5.11 Empreintes des pneus



POUR EN SAVOIR PLUS:

1) **Wheel Slip Is Stealing Your Time and Your Fuel.** Article paru dans le **Farm Journal**, novembre 1982.

2) **Tractor Traction.** Publication **Handi-Fact** distribuée par: Saskatchewan Agriculture, 3085 Albert Street, Regina (Saskatchewan) S4S 0B1.

EXEMPLES

1) **Patinage excessif.** Prenons un tracteur de 112 kW (150 ch) utilisé pendant 500 heures par année sur un sol ferme, tirant une charge à effort de traction élevé avec 20 % de patinage au lieu du taux recommandé de 10 % (à cause d'un lestage insuffisant ou d'une charge trop lourde pour le tracteur).

Pertes		Coût annuel
1. Pertes de temps = (10 % x 500 heures) = 50 heures		
À un coût de 8 $/h = (8 $/h x 50 h)	=	400 $
2. Pertes de carburant = (50 h x 35 L/h) = 1 750 L/année		
À un coût de 35 c./L = (0,35 $/L x 1 750 L)	=	613 $
3. Usure accrue des pneux (environ 30 à 40 %)	+	100 $
TOTAL	=	1 113 $

2) **Patinage insuffisant.** Prenons le même tracteur, mais avec un taux de patinage de 5 % (à cause d'une charge insuffisante ou d'un lestage excessif). Comme il est montré à la figure 5.9, le surlestage entraîne une perte d'efficacité de traction. Chaque tranche de 1 % de cette perte peut se traduire par une consommation supplémentaire de carburant de 1 L/h.

Pertes		Coût annuel
1. Pertes de carburant = (5 L/h x 500 h) = 2 500 L/année		
À un coût de 35 c./L = (0,35 $/L x 2 500 L)	=	875 $
2. Le surlestage entraîne l'usure prématurée des éléments du groupe propulseur et suppose donc des coûts de réparation hâtifs de plusieurs milliers de dollars.		
3. Le tassement excessif du sol attribuable au surlestage peut nuire au rendement des cultures et exiger un effort supplémentaire du tracteur.		



Fig. 5.12 Le surlestage entraîne des avaries coûteuses au groupe propulseur.

5.5 POUR UNE EFFICACITÉ MAXIMALE: LE LESTAGE

Le lestage consiste à ajouter au tracteur tout juste le poids suffisant pour obtenir des roues motrices un taux de patinage de 10 à 15 %, qui procure une puissance maximale à la barre d'attelage. Le poids total recherché varie selon la vitesse du travail. Les tracteurs modernes sont conçus pour fonctionner à des vitesses plus élevées et avec moins de poids. La plupart des constructeurs recommandent d'effectuer le lestage en fonction d'une vitesse minimale de 8 km/h.

Le tableau suivant des poids recommandés a été établi à partir de tests du Nebraska, de bulletins de vulgarisation et de la documentation publiée par les constructeurs.

Vitesse indiquée km/h	Poids total recommandé du tracteur kg/kW PDF
8	80
10	65
12	55

Fig. 5.13 Poids total recommandé pour les tracteurs à 2 et à 4 roues motrices

Pour favoriser la traction, le poids du tracteur doit reposer en majeure partie sur les roues motrices. Les répartitions de poids généralement recommandées sont exposées à la figure 5.14. Pour vérifier cette répartition, il suffit de peser individuellement les essieux avant et arrière du tracteur.

	Roues arrière	Roues avant
2 roues motrices		
Avec outils remorqués	75%	25%
Avec outils semi-portés	70%	30%
Avec outils portés	65%	35%
Avec traction avant auxiliaire	60%	40%
4 roues motrices		
Avec instruments remorqués	45%	55%
Avec instruments portés	40%	60%

Fig. 5.14 Répartitions de poids recommandées.

Ainsi réparti, le poids du tracteur devrait procurer un taux de patinage approximatif de 10 à 15 % sur la plupart des sols. Il serait bon d'effectuer un test de patinage au champ en vue de bien ajuster le lest. (S'assurer que le poids du tracteur après lestage n'excède pas la charge maximale admise des pneus. Sur les gros tracteurs, il peut devenir nécessaire de monter des roues jumelées.) Toujours vérifier les charges maximales tolérées telles qu'elles sont précisées par le constructeur et par le fabricant de pneus.



Fig. 5.15 Le lestage s'effectue au moyen de masses de roues et de liquide à pneus

POUR EN SAVOIR PLUS:

1) **Ballasting Slide Rule.** Publication distribuée par John Deere Ltd., P.O. Box 1000, Grimsby, Ontario L3M 4H5 (3 $).

2) **Farm Traction.** Bulletin publié par la Direction générale des Services techniques du ministère de l'Agriculture du Manitoba, 401, avenue York, pièce 911, Winnipeg (Manitoba) R3C 0V8.

3) **Tractor Ballasting.** Factsheet CC278, publication distribuée par: The Cooperative Extension Services, Institute of Agriculture and Natural Resources, University of Nebraska, Lincoln, Nebraska 68583.

4) **Wheel Slip And Proper Tractor Weight For Maximum Efficiency.** Factsheet no 364, publication distribuée par: The Cooperative Extension Service, Michigan State University, East Lansing, Michigan 48824.

5) **Tractor Ballasting to Save Fuel.** Factsheet no Pm-852, publication distribuée par: The Cooperative Extension Service, Iowa State University, Ames, Iowa 50011.

6) **Tractor Weight Versus Performance.** Article paru dans le **Grainews magazine**, février 1983.

5.6 CHOIX DU MATÉRIEL

La puissance du tracteur requise pour le labourage varie considérablement selon la texture et l'humidité du sol, la profondeur et la vitesse de travail ainsi que l'outil employé. La figure 5.17 illustre la puissance généralement nécessaire pour les sols et le matériel habituels.

Pour assortir tracteur et outil, la plupart des agriculteurs y vont de façon plutôt aléatoire et se fient à l'expérience acquise à partir des sols de leur région. Les conseils suivants peuvent cependant être utiles:

1) Assortir au tracteur les outils à tirage élevé, tels charrues et cultivateurs. Les travaux moins exigeants pourront alors être exécutés par la réduction du régime du moteur et la sélection d'un rapport plus élevé (voir la section 5.7).

2) Éviter de travailler à basse vitesse. On commet souvent l'erreur de choisir un outil que le tracteur ne peut tirer à plus de 4 ou 5 km/h. Les tracteurs modernes ne sont tout simplement pas conçus pour absorber continuellement le couple élevé qui se crée à basse vitesse. Il est toujours possible d'ajouter du lest pour maîtriser le patinage, mais il peut s'ensuivre des dommages prématurés au groupe propulseur.

3) La puissance du moteur réellement transmise à la barre d'attelage est grandement subordonnée à l'état du sol (voir la figure 5.16).

4) Se garder une réserve de puissance pour les pentes et les endroits détrempés. Par rapport au terrain plat, une pente de 20 % exige généralement un surcroît de puissance de 40 %.

5) Discuter de son choix avec d'autres agriculteurs et avec les concessionnaires d'outils et les spécialistes en machines agricoles familiers avec la région.

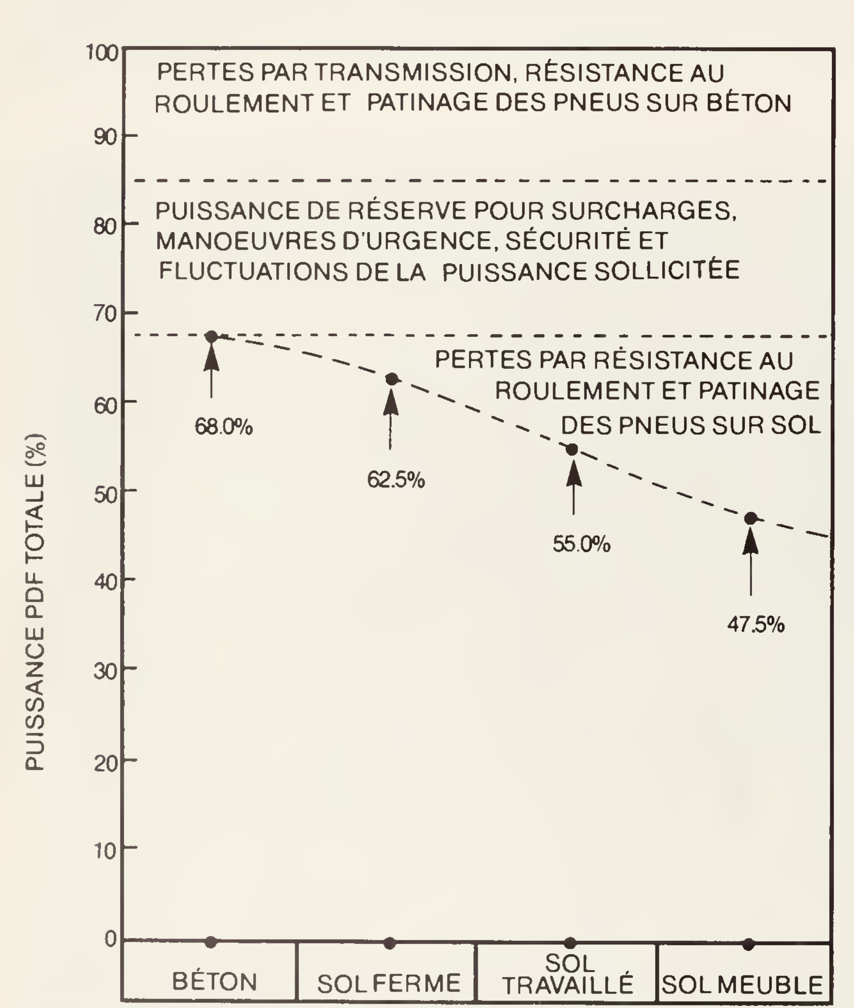


Fig. 5.16 Puissance nette disposible à la barre d'attelage sur quatre types de sol *(référence no 1)*

Outil	Vitesse type (km/h)	Puissance à la barre par mètre de largeur (kW)
CHARRUE (PROFONDEUR 20 cm)		
Argile Gumbo	6,4	32,5
Argile	6,4	27,3
Loam	7,2	27,8
Loam sableux	8,0	22,7
Sable	8,0	11,5
CHISEL (PROFONDEUR 20 cm)		
Sol dur et sec	6,4	20,7
Loam argileux moyen, bonne humidité	8,0	16,3
Sable, loam sableux	9,7	7,8
CULTIVATEUR		
Argile lourde ou sol sec et dur	6,4	16,8
Loam argileux	8,0	14,6
Loam sableux	8,0	9,8
Sable	9,7	5,9
PULVÉRISATEUR TANDEM		
Effort élevé	6,4	7,8
Effort moyen	8,0	6,6
Effort faible	9,7	3,9
PULVÉRISATEUR DÉPORTÉ OU TANDEM LOURD		
Effort élevé	6,4	10,5
Effort moyen	8,0	10,5
Effort faible	9,7	9,8
DÉCHAUMEUSE À DISQUES		
Effort élevé	6,4	10,5
Effort moyen	8,0	9,8
Effort faible	9,7	7,8

Fig. 5.17 Puissance requise par divers outils

POUR EN SAVOIR PLUS:

1) **Marching Tractor Horsepower And Farm Implement Size.** Extension bulletin E-1152, publication distribuée par: The Cooperative Extension Service, Michigan State University, East Lansing, Michigan 48824.

2) **Deere's Dyna-Cart; Toward More Efficient Tractors.** Article paru dans **Implement and Tractor**, mars 1982.

3) **Matching Tillage Implements To Tractors:** Fastsheet, publication distribuée par: The Cooperative Extension Services, Oklahoma State University, Stillwater Oklahoma 74078.

EXEMPLE

La société **Deere & Company** a mis au point un dynamomètre mobile permettant de mesurer le rendement du tracteur au champ. Le test dont les résultats sont reproduits plus bas a montré les conséquences de l'utilisation d'un outil trop gros pour le tracteur.

Résultats de tests Dyna-Cart

L'un des 13 tests effectués a révélé que l'utilisation d'un outil trop gros entraînait une baisse de productivité de 35 % (hectares à l'heure) et une perte d'efficacité de 23 % (hectares au litre). L'outil en question était une charrue à disques de 8,2 mètres de largeur arrimée à un tracteur de modèle 4440, comparativement à une charrue à disques de 5,8 mètres attelée au même tracteur. Tous les tests ont été effectués à partir de conditions au champ identiques pré-programmées dans l'ordinateur Dyna-Cart.

Tracteur: Deere 4440

Type de test:	**Utilisation d'un outil trop gros**	
Outil:	**Charrue à disques de 5,8 mètres**	**Charrue à disques de 8,2 mètres**
Patinage (%)	16,8	28,7
ha/h	5,2	3,9
ha/L	0,15	0,12
L/h	35,4	32,5
Puissance (kW)	64,0	47,7
Effort (kN)	24,7	30,0
Vitesse (km/h)	9,4	5,8
Régime du moteur	2156	2324
Rapport	C-2	B-1

Coûts. L'usage d'un outil trop gros, comme dans cet exemple, pourrait entraîner en un an les coûts suivants, si l'on suppose que le travail pourrait être effectué en 200 heures à l'aide d'un outil plus petit.

Pertes	**Coût annuel**
1. Pertes de temps = 68 h à 8 $ l'heure	= 544 $
2. Pertes de carburant = 1 641 L à 35 c. le litre	= 574 $
3. Usure accrue des pneus (chiffre estimatif)	= 50 $
TOTAL	=1 168 $

5.7 SÉLECTION D'UN RAPPORT SUPÉRIEUR ET DIMINUTION DU RÉGIME DU MOTEUR

Le fonctionnement à plein régime (tr/mn) des gros tracteurs pour l'exécution de travaux légers amène une consommation excessive de carburant. Avec de faibles charges à la barre, il est possible de réduire la consommation par la sélection d'un rapport plus élevé et la réduciton du régime du moteur. Les économies de carburant ainsi réalisées varient d'un tracteur à l'autre et peuvent être évaluées à l'aide de tests du Nebraska (voir l'exemple). Certains moteurs diesels fonctionnent même plus efficacement à 50 % de la force de traction et à régime réduit qu'à 100 % de la force et à plein régime.

Éviter la réduciton excessive du régime du moteur. Il est généralement sûr d'utiliser un régime de 20 à 30 % inférieur au régime nominal. Pour vérifier si le tracteur est surchargé, il suffit d'accélérer à fond. Si le régime du moteur monte instantanément, c'est que le tracteur n'est pas surchargé au rapport choisi et au régime initial.

À déconseiller pour les instruments actionnés par prise de force. La plupart des instruments actionnés par prise de force sont conçus en fonction du régime nominal du moteur. Leur utilisation à un régime inférieur peut entraîner des pertes de rendement.

Pourcentage de la puissance maximale	Pourcentage de la durée totale
Plus de 80%)	16,8 %
60 à 80 %	23,9 %
40 à 60 %	22,6 %
20 à 40 %	17,5 %
Moins de 20 %	19,2 %

(Agricultural Engineering Dept., University of Illinois)

Fig. 5.18 Durée de fonctionnement d'un tracteur à certains niveaux de puissance (pourcentage de la durée totale)

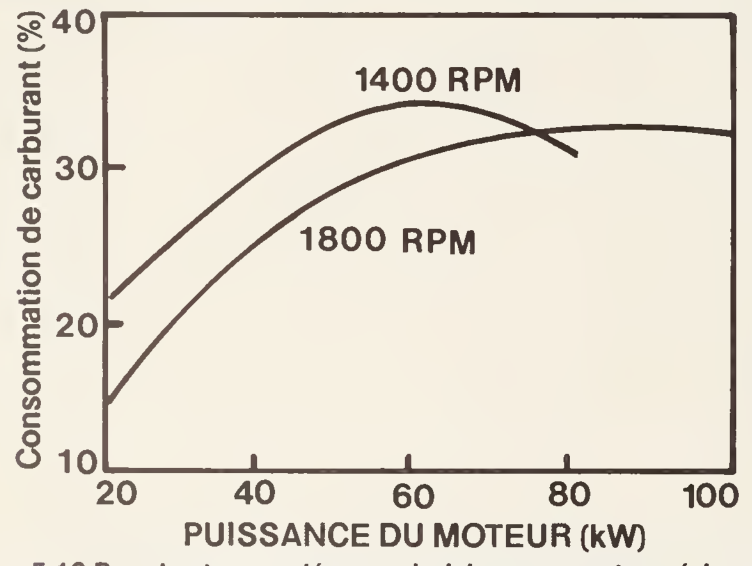


Fig. 5.19 Pour les travaux légers, choisir un rapport supérieur et diminuer le régime du moteur procurent des économies de carburant

EXEMPLE

Prenons un tracteur John Deere 4850. D'après les données du test du Nebraska, la consommation de carburant obtenue à 2 287 tr/mn, à 50 % de la force de traction, à une vitesse de 10,57 km/h et en 10ème vitesse est de 27,594 L/h. Or, on obtient la même puissance et la même vitesse en passant en 13ème vitesse et en abaissant le régime à 1 434 tr/mn. La consommation de carburant tombe alors à 22,171 L/h, soit une économie de 5,42 L/h.

Si le carburant coûte 35 c. le litre et que le tracteur est utilisé durant 100 heures par année pour des travaux légers, les économies réalisables par le simple jeu des rapports et durégime dumoteur se chiffrent à: (5,42 L/h x 0,35 $/L x 100 h) = **189,70 $/année.**

TEST DE TRACTEUR DU NEBRASKA 1461
TRACTEUR 4850 JOHN DEERE DIESEL AVEC TRANSMISSION POWERSHIFT 15 VITESSES

POWER TAKE-OFF PERFORMANCE

	Power Hp (kW)	Crank shaft speed rpm	Fuel Consumption gal/hr (l/h)	lb/hp hr (kg/kW h)	Hp hr/gal (kW h/l)	Temperature °F (°C) Cooling medium	Air wet bulb	Air dry bulb	Barometer inch Hg (kPa)
MAXIMUM POWER AND FUEL CONSUMPTION									
Rated Engine Speed—Two Hours (PTO Speed—998 rpm)									
	192 99	2200	11 046	0 399	17 47	194	59	75	29 223
	(143 91)		(41 814)	(0 243)	(3 442)	(90 1)	(15 1)	(23 7)	(98 683)
VARYING POWER AND FUEL CONSUMPTION—Two Hours									
	166 58	2233	9 883	0 414	16 86	188	58	72	
	(124.22)		(37 411)	(0.252)	(3 320)	(86 7)	(14 2)	(21 9)	
	0 00	2333	2 579			172	57	71	
	(0 00)		(9 763)			(77 5)	(13 9)	(21 7)	
	85 18	2288	6 211	0 509	13 71	183	60	74	
	(63 52)		(23 511)	(0 310)	(2 702)	(83 9)	(15 3)	(23 6)	
	191 94	2199	11 039	0 401	17 39	196	60	76	
	(143 13)		(41 787)	(0 244)	(3 425)	(91 1)	(15 8)	(24 4)	
	43 00	2302	4 518	0 733	9 52	176	62	76	
	(32 07)		(17 102)	(0 446)	(1 875)	(80 3)	(16 4)	(24 2)	
	126 56	2263	8 068	0 445	15 69	185	60	74	
	(94 38)		(30 541)	(0 271)	(3 090)	(85 0)	(15 3)	(23 1)	
Av	**102.21**	**2270**	**7.050**	**0.481**	**14.50**	**183**	**59**	**74**	**29.240**
Av	(76.22)		(26 687)	(0.293)	(2 856)	(84 1)	(15.2)	(23.2)	(98 739)

DRAWBAR PERFORMANCE WITH BIAS PLY TIRES

Power Hp (kW)	Drawbar pull lbs (kN)	Speed mph (km/h)	Crank shaft speed rpm	Slip %	Fuel Consumption gal/hr (l/h)	lb/hp hr (kg/kW h)	Hp hr gal (kW h/l)	Temp °F (°C) Cooling med	Air wet bulb	Air dry bulb	Barom inch Hg (kPa)
Maximum Available Power—Two Hours 10th Gear											
162 53	9875	6 17	2199	4 54	11 069	0 475	14 68	188	49	56	28 690
(121 20)	(43 92)	(9 93)			(41 900)	(0 289)	(2 892)	(86 7)	(9 4)	(13 1)	(96 882)
75% of Pull at Maximum Power—Ten Hours 10th Gear											
127 90	7496	6 40	2249	3 31	9 267	0 506	13 80	183	49	58	28 762
(95 37)	(33 34)	(10 30)			(35 080)	(0 308)	(2 719)	(83 6)	(9 6)	(14 2)	(97 125)
50% of Pull at Maximum Power—Two Hours 10th Gear											
87 52	4998	6 57	2287	2 26	7 290	0 581	12 01	176	38	42	28 805
(65 26)	(22 23)	(10 57)			(27 595)	(0 354)	(2 365)	(79 7)	(3 1)	(5 3)	(97 270)
50% of Pull at Reduced Engine Speed—Two Hours 13th Gear											
87 54	4997	6 57	1434	2 26	5 857	0 467	14 95	179	45	53	28 805
(65.28)	(22 23)	(10 57)			(22 171)	(0 284)	(2 944)	(81 [illegible])	(6 9)	(11 7)	(97 270)

Fig. 5.20 Les épreuves du Nebraska montrent les économies de carburant possibles par la sélection d'un rapport supérieur à la diminution du régime du moteur, à 50 % de la force de traction.

POUR EN SAVOIR PLUS:

1) **Gear-Up—Throttle Down.** Circular AE-651, publication distribuée par: The Cooperative Extension Services, North Dakota State University, Fargo, North Dakota 58105.

2) **Shift Up—Throttle Back To Save Fuel.** Factsheet PM-860, publication distribuée par: The Cooperative Extension Services, Iowa State University, Ames, Iowa 50011.

3) **Saving Energy (And $) While Operating A Tractor.** Factsheet no 384, publication distribuée par: Agricultural Engineering Department, Michigan State University, East Lansing, Michigan 48824.

6 *Comment économiser énergie et dollars dans* LA PRODUCTION VÉGÉTALE

Les habitudes d'utilisation d'énergie dans la production des cultures varient grandement de part et d'autre du Canada et même entre des fermes voisines. Dans la plupart des exploitations, le carburant et les engrais représentent les principaux facteurs de production énergétiques. Certaines régions doivent aussi avoir recours à des pratiques énergivores comme l'irrigation et le séchage des grains.

Produire plus en consommant moins d'énergie. La gestion de l'énergie dans la production des cultures doit être menée avec soin. Méfiez-vous des idées qui feront baisser votre rendement. Elles ne sont probablement pas rentables. Ne retenez que celles qui permettent d'économiser l'énergie sans compromettre sérieusement les revenus. Voici quelques suggestions.

Diminuer le nombre de labours. Des études ont démontré que de nombreux agriculteurs travaillent le sol plus souvent et plus profondément qu'il n'est nécessaire. Même un seul passage de moins par année dans les champs peut vous faire économiser plusieurs centaines de dollars.

Utiliser du matériel de culture qui consomme moins d'énergie. Il y a une grande différence entre les quantités de carburant nécessaires pour labourer, cultiver ou déchaumer. Pourriez-vous adopter un système plus économe en énergie?

Regrouper le matériel. Économiser du carburant et du temps en faisant plus d'un travail à la fois. Par exemple, on peut herser et déchaumer en une seule opération, pulvériser des antiparasitaires et fertiliser pendant les semis, etc. Les nouvelles machines, comme le semoir pneumatique et le semoir pour semis direct, sont conçues pour diminuer le nombre de passages dans les champs.

Employer des tracés de labour efficaces. D'habitude, la méthode la plus efficace consiste à travailler le champ dans le sens de la longueur. Éviter les recoupements inutiles et les virages compliqués.

Éliminer les obstacles. Il faut beaucoup plus de temps pour travailler un champ où l'on trouve des fossés, des étangs et des amas de roches. La forme du champ est aussi importante. Les virages et les recoupements sont plus nombreux dans les champs petits et irréguliers que dans ceux qui sont grands et rectangulaires.

Fertiliser en fonction des résultats des analyses du sol. Tirer le maximum des engrais achetés en épandant de façon uniforme la dose d'engrais dont le sol a besoin selon l'analyse pédologique.

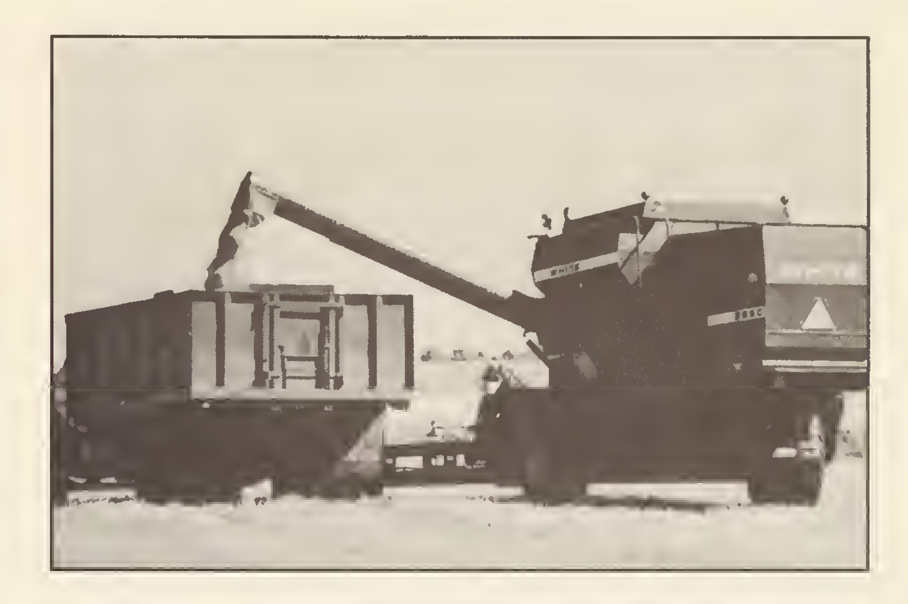


Fig. 6.1 Le carburant et les engrais sont les principaux apports énergétiques dans la production des cultures.

Tenir compte de la valeur du fumier. Un nombre étonnant d'agriculteurs qui épandent du fumier dans leurs champs ne tiennent pas compte de sa teneur en éléments nutritifs lorsqu'ils planifient le taux d'application des engrais.

Considérer les légumineuses. On assiste au Canada à un renouveau d'intérêt pour la culture des légumineuses comme source d'azote et d'enrichissement du sol. Y en a-t-il une qui conviendrait à votre exploitation?

Les herbicides peuvent faire économiser de l'énergie. Le labour est une méthode très coûteuse en énergie pour détruire les mauvaises herbes. Ayez davantage recours aux herbicides à mesure que le coût du carburant augmente. Les nouvelles méthodes d'application exigent moins de produits chimiques. Toutefois, étant donné que le coût des herbicides augmente également, il est important de les appliquer correctement et en temps opportun.

Dans le cas de l'irrigation. Jusqu'à quel point vos systèmes de pompage sont-ils efficaces? Une étude récente menée au Canada et aux Etats-Unis a révélé que la médiocrité des installations et le manque d'entretien sont des facteurs qui contribuent à gaspiller l'énergie.

Dans le cas du séchage du grain. Comparez les séchoirs quant à leur efficacité. Renseignez-vous sur les séchoirs à basse température ou à l'air naturel qui récupèrent la chaleur.

6.1 COMPARAISON DES SYSTÈMES DE LABOUR

Besoins en carburant. Il y a de grandes différences entre les fermes quant à la quantité de carburant employée pour le labour. La consommation énergétique varie selon le type d'équipement, la vitesse à laquelle on fait le travail, la profondeur du labour, le type de sol, les résidus de culture, l'humidité du sol, la forme du champ et le nombre d'opérations. On trouve à la figure 6.2 des données sur la consommation énergétique des diverses machines de travail du sol.

Réduire le nombre de labours. La façon la plus efficace d'économiser l'énergie dans les travaux de labour est d'en faire moins. On compare à la figure 6.3 la consommation de carburant de 9 systèmes de labour et de semis employés pour la production du maïs. Le système de semis direct a permis d'économiser 33,1 L/ha en comparaison du système ordinaire de labour et de hersage.

Rapport entre le rendement et le labour. Vous ne pouvez vous permettre une diminution de rendement simplement pour économiser le carburant. D'après la plupart des études, on peut diminuer les travaux de labour sans nuire au rendement. Toutefois, il y a des exceptions, surtout dans les sols lourds et mal aérés.

Conservation du sol. La diminution des travaux de labour peut aussi être une mesure de conservation; en plus d'économiser du carburant, cela réduit l'érosion par le vent et l'eau, et permet de conserver la matière organique du sol.

	Carburant diesel (L/ha) Consommation		
Matériel-opération	Faible	Moyenne	Élevée
Broyeur de tiges	3,92	5,88	8,87
Charrue à soc	8,49	16,99	33,99
Chisel	5,23	10,46	20,92
Cultivateur rotatif	11,39	19,61	32,12
Pulvérisateur tandem lourd	3,64	7,19	14,38
Pulvérisateur double tandem			
Premier passage	2,98	5,88	11,76
Deuxième passage	2,33	4,57	9,15
Tiges de maïs	2,61	5,23	10,46
Herse à dents flexibles	1,96	3,92	7,84
Herse à dents rigides	1,30	2,61	5,23
Cultivateur	3,26	6,53	13,07
Semis, rang de 40 po,	2,98	4,57	6,91
Semis, rang de 30 po,	3,92	5,88	8,87
Semoir à grain	2,33	3,26	4,95
Planteuse de pommes de terre	5,88	8,87	13,07
Planteuse de légumes	5,88	8,87	13,07
Repiqueuse	7,84	11,76	17,65
Premier sarclage	2,61	3,92	5,88
Deuxième sarclage	2,33	3,26	4,95
Houe rotative	1,02	1,68	2,61
Pulvérisateur	0,65	1,02	1,58

Fig. 6.2 Estimation des besoins en carburant pour certains travaux culturaux liés au labour.

POUR EN SAVOIR PLUS:

1) **Zero Tillage.** Publication distribuée par: Saskatchewan Agriculture, 3085 Albert Ave., Regina (Saskatchewan) S4S 0B1.

2) **How Much Tillage Is Enough?** Document de travail distribué par: Manitoba Agriculture, Technical Services Branch, 9911-401 York Avenue, Winnipeg (Manitoba) R3C 0V8.

3) **Tillage Practices For Field Crops In Ontario.** Publication distribuée par le ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario, Information Branch, Legislative Buildings, Toronto (Ontario) M7A 1A5.

4) **Conservation Farming.** Publicatoin distribuée par: Saskatchewan ResearchCouncil, 30 Campus Drive, Saskatoon (Saskatchewan) S7N 0X1.

5) **Fuel Requirements For Field Operations.** Extension Bulletin E-1535. Publication distribuée par: Cooperative Extension Service, Michigan State University, East Lansing, Michigan 48824.

6) **Energy Requirements For Various Tillage-Planting Systems.** Publication no ID-141 distribuée par: Cooperative Extension Servce, Purdue University, West Lafayette, Indiana 47907.

7) **Crop Residue and Tillage Considerations in Energy Conservation.** Factsheet no 6. Publication distribuée par: Cooperative Extension SErvice, Michigan State University, East Lansing, Michigan 48824.

8) **Conservation Tillage Information Centre.** Centre placé sous la responsabilité de la National Association of Conservation Districts, Suite 730, 1025 Vermont Avenue N.W., Washington, D.C. 2005.

	Système de labour								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Matériel-opération		Labour ordinaire	Moins de labour	Labour et semis	Labour-semis	Chisel	Charrue tandem	Cultivateur rotatif	Semis direct
	L/ha								
Charrue à soc	16,9			16,99					
Charrue remorquant un instrument			19,61						
Chisel		10,46							
Chisel		10,46				10,46			
Pulvérisateur à disques simple	5,88	5,88					7,19		
Pulvérisateur à disques simple	4,57	4,57					4,57		
Herse lourde	3,92	3,92				3,92	3,92		
Herse lourde	2,61	2,61							
Pulvérisation*	a	1,02	a	a	a	a	a	a	1,02
Cultivateur rotatif								19,61	
Semis	5,88	5,88	5,88	5,88		5,88	5,88	5,88	5,88
Labour-semis					18,68				
TOTAL	39,85	44,80	25,49	22,87	18,68	20,26	21,56	25,49	6,90
Nombre d'opération	6	8	2	2	1	3	4	2	2

* a = traitement en bande et semis

Fig. 6.3 Estimation des besoins en carburant diesel pour les semis de maïs d'après 9 systèmes de labour.

EXEMPLE

Endroit: Harrow (Ontario)

Type de sol: Loam argileux de Brookston

Culture: maïs

Prenons par exemple une ferme de 100 hectares. Le premier labour est actuellement effectué aves une charrue à soc qui travaille à une profondeur de 30 cm moyennant 34 L/ha de carburant diesel.

1) **Combien de carburant pourrait-on économiser en labourant moins profondément?**

   En réduisant la profondeur à 15 cm, on économiserait au moins 17 L de carburant l'hectare. (17 L/ha x 100 ha) = 1 700 L. À 35 c. le litre, les économies seraient de 595 $ par année.

2) **Quelle serait l'effet sur le rendement?**

   Le rendement augmenterait probablement, d'une proportion allant peut-être jusqu'à ½ tonne l'hectare. (Voir à la figure 6.4 le résultat des épreuves menées par Agriculture Canada).

Profondeur en labour (cm) Charrue à soc	Rendement en céréales (t/ha)
10	7,6
20	7,1
30	7,0

Résultats moyens pour les années 1968 à 1974 sur argile de Brookston; E.F. Bolton, Agriculture Canad, Harrow, 1976b.

Fig. 6.4 Effet de la profondeur du labour sur le rendement du maïs.

6.2 AMÉLIORATION DE L'EFFICACITÉ SUR LE TERRAIN

L'efficacité sur le terrain est une mesure de la quantité de travail accomplie avec une machine dans un temps donné en regard de ses capacités théoriques. Vous ne réussirez jamais à atteindre une efficacité de 100 % sur le terrain pour une pérode très prolongée, car il y a toujours des pertes de temps attribuables aux virages, aux recoupements, aux rajustements, à l'entretien et à divers autres facteurs. Les valeurs types d'efficacité sur le terrain pour la plupart des opérations varient de 65 a 85 %.

OPÉRATION*	EFFICACITÉ SUR LE TERRAIN, EN POURCENTAGE
Préparation du sol	
Charrue à soc	75-85%
Pulvérisateur simple, charrue à disques	77-90%
Cultivateur	75-85%
Herse à dents flexibles ou rigides	65-80%
Sarclage	
Culture en lignes	65-80%
Bineuse rotative	75-85%
Ensemencemenl	
Semoir à maïs	
1. Maïs seulement	60-75%
2. Localisateur d'engrais ou dispositif distributeur de pesticides	45-65%
Semoir en lignes	65-80%
Semoir à la volée	65-70%
Récolte	
Faucheuse	75-85%
Râteau	65-90%
Ramasseuse-presse	65-80%
Remorque pour foin en vrac	65-80%
Récolteuse-hacheuse	50-70%
Moissonneuse-batteuse	60-75%
Cueilleur-dépouilleur de maïs	55-70%
Récolteuse de coton	60-75%
Faucheuse-andaineuse	70-85%
Divers	
Pulvérisateur	55-65%

Fig. 6.5 Tableau des valeurs d'efficacité sur le terrain

Voici quelques moyens d'atteindre une meilleure efficacité sur le terrain:

1) **Réduire les recoupements.** Considérons, par exemple, la préparation de 250 hectares de sol à texture lourde à l'aide d'un cultivateur. Avec un recoupement de 10 %, l'agriculteur prépare 25 hectares additionnels de sol utilisant 10 % de carburant de plus qu'il n'est nécessaire. Il pourrait en résulter un gaspillage de 325 L de carburant (13 L/ha x 25 ha). À 35 c. le litre, le carburant supplémentaire utilisé coûterait 114 $.

2) **Réduire le nombre de virages.** L'agriculteur peut réduire le nombre de virages en travaillant le champ dans sa plus grande longueur. Par ailleurs, le temps perdu à virer dépend beaucoup du type de virage effectué.

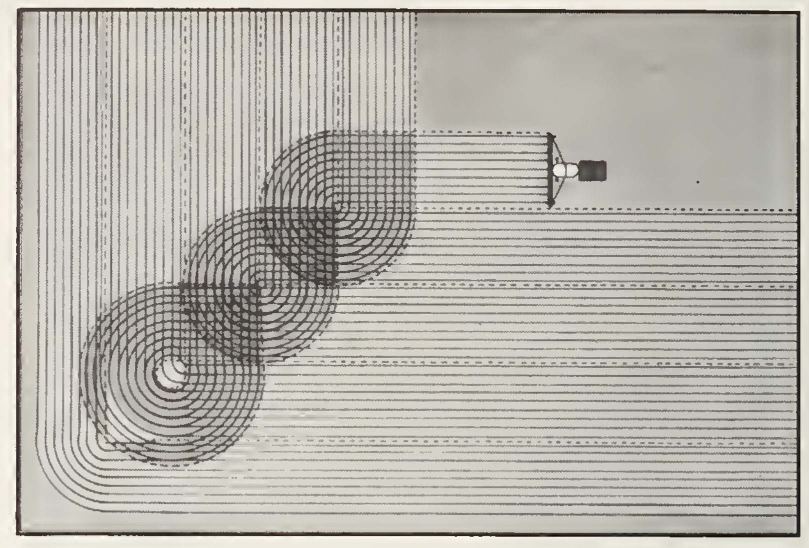


Fig. 6.6 Les virages en trèfle font perdre du temps et de l'énergie.

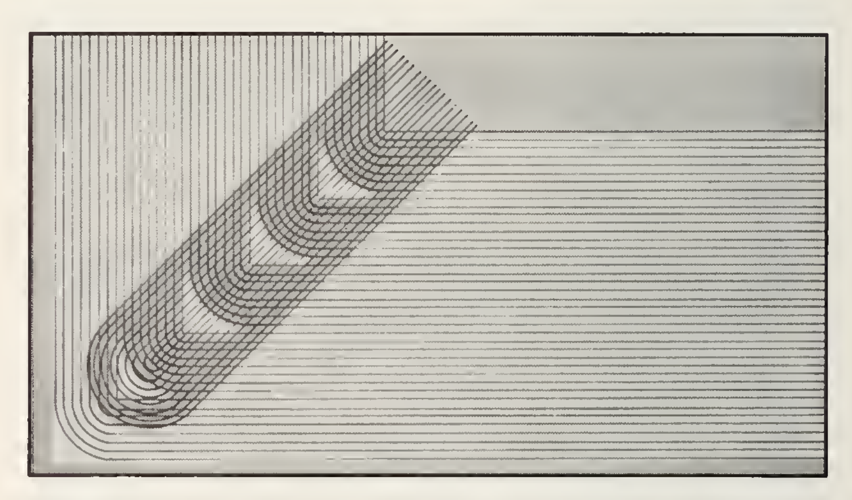


Fig. 6.7 Les virages carrés assurent une meilleure efficacité sur le terrain.

Étudions, par exemple, le cas des virages en trèfle illustrés à la figure 6.6. Si l'on prépare le sol dans un champ de 64 hectares carrés, à l'aide d'un cultivateur de 11 m, en effectuant ce type de virage, on travaille à deux reprises environ 14 % du champ. Le virage carré, illustré à la figure 6.7, assure une meilleure efficacité sur le terrain.

3) **Améliorer le drainage.** Le drainage souterrain permet une meilleure traction et réduit a quantité d'énergie nécessaire pour travailler le sol. (Il accélère également la maturation des récoltes si bien qu'il faut moins d'énergie pour le séchage artificiel.)

4) **Regrouper les étangs.** Dans les prairies canadiennes, des millions d'hectares de terres cultivées sont abondamment parsemées de mares et d'étangs. Ces obstacles réduisent grandement l'efficacité sur le terrain. De nombreux agriculteurs tendent à regrouper les étangs dans une ou deux zones afin d'améliorer la productivité et l'efficacité des opérations agricoles.

EXEMPLE
Supposons que les opérations et les quantités de carburant suivantes sont nécessaires pour produire une culture:

Opération	Carburant utilisé (L/ha)
Charrue à disques	7,2
Cultivateur (2X)	13,0
Extirpateur à tringles	4,0
Semoir à disques	4,5
Pulvérisateur	1,0
Faucheuse-andaineuse	3,0
Moissonneuse-batteuse	10,0
TOTAL	42,7

Prenons le cas d'un champ qui renferme plusieurs petits étangs couvrant une surface totale de 10 hectares. Généralement, l'agriculteur met plus de temps à contourner un étang qu'à préparer le sol sur une superficie équivalente à celle de l'étang. Ainsi, une estimation très modeste de la perte de carburant est la quantité nécessaire pour travailler une superficie égale à celle occupée par les étangs:

(10 ha x 42,7 L/ha) = 427 L

En posant le prix du carburant à 35 c. le litre, le coût de l'énergie utilisée por contourner les étangs se chiffre à 150 $ par année. Les recoupements entraînés par le contournement des étangs occasionnent également des pertes de temps, d'engrais, d'herbicides et de semences. Un grand nombre d'agriculteurs estiment que les facteurs de production supplémentaires nécessaires pour cultiver le pourtour des étangs ne sont pas rentables. On a suggéré d'appliquer la même analyse aux zones d'infiltration et aux zones salines dans les champs exploités en culture sèche et en culture irriguée.

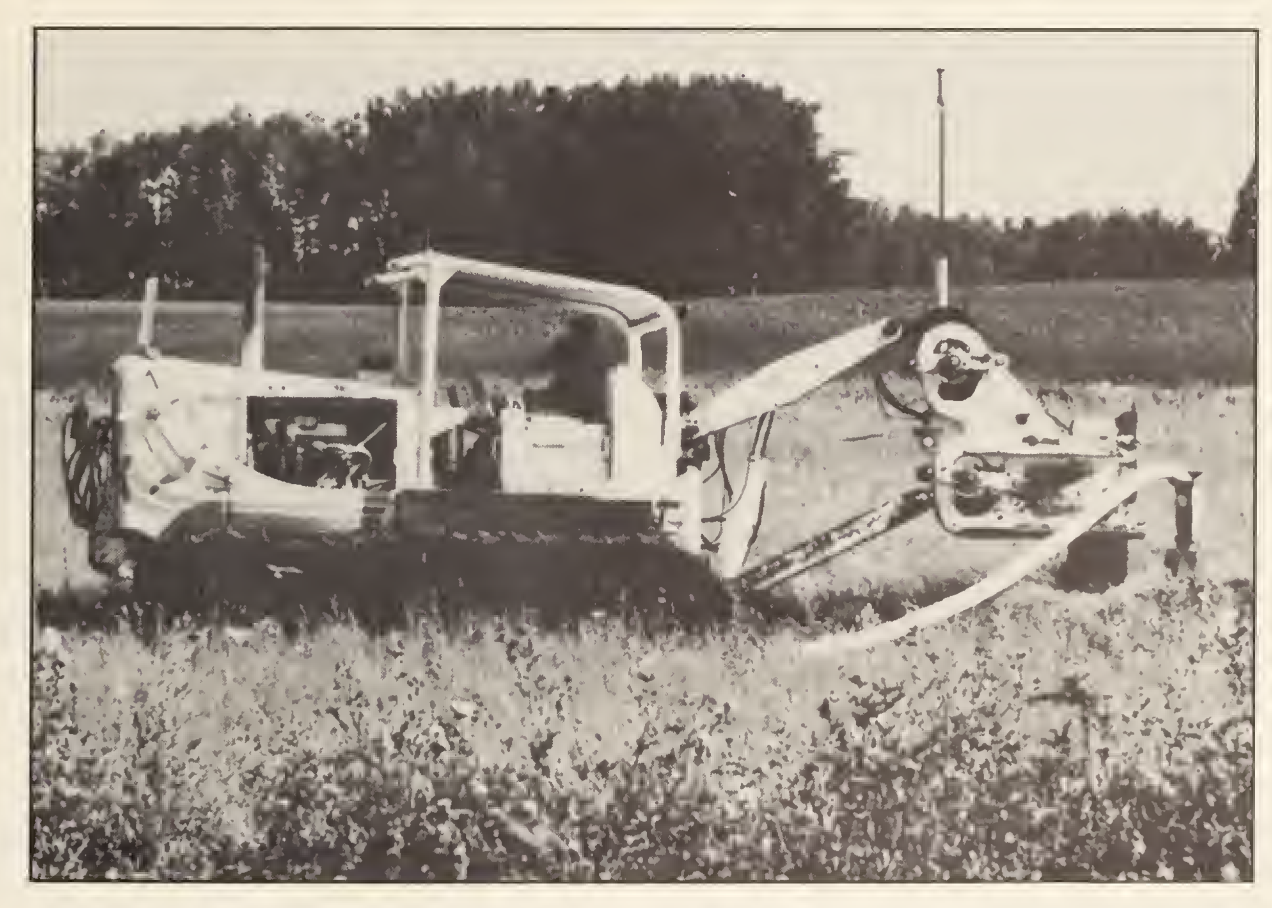


Fig. 6.8 Le drainage souterrain améliore l'efficacité sur le terrain et le rendement des cultures.



POUR EN SAVOIR PLUS:

1) **Draining Your Troubles Away.** Country Guide, septembre 1981.

2) **Farm Machinery Performance.** Factsheet 200,200, publication distribuée par: B.C. Ministry of Agriculture, Engineering Branch, 33832 South Fraser Way, Abbotsford (Colombie-Britannique) V2S 2C5.

3) **Adverse Effects Computer Model For Calculating Additional Farming Costs.** Exemplaires distribuée par: Deloitte Haskins & Sells Associates, 18th Floor, Toronto Dominion Tower, Edmonton Centre, Edmonton (Alberta) T5J 3P9.

4) **Soil Salinity.** Proceedings of Conference On Water and Soil Research. Compte rendu distribué par: Alberta Agriculture, Land Use Branch, 7000 - 113 Street, Edmonton (Alberta) T6H 5T6.

6.3 UTILISATION OPTIMALE DES ENGRAIS

Lorsque l'on parle d'énergie, les gens ont tendance à penser aux combustibles et à l'électricité. Ils sont souvent étonnés d'apprendre que les engrais constituent l'apport énergétique le plus important à la ferme. À la figure 6.11, on donne l'énergie nécessaire pour produire différents engrais chimiques, surtout en termes de gaz naturel et d'électricité.

S'ils sont utilisés efficacement, les engrais chimiques constituent un bon investissement sur le plan énergétique, puisqu'ils produisent plus d'énergie sous forme d'aliments qu'il n'a fallu de combustibles fossiles pour les fabriquer.

Voici quelques moyens d'économiser énergie et dollars dans l'utlisation des engrais.

Effectuer des analyses du sol. "Sans analyse, vous procédez à l'aveuglette". La quantité d'éléments nutritifs biodisponibles varie beaucoup selon les exploitations, les champs et les parties d'un même champ. Les analyses du sol et les analyses en laboratoire sont essentielles pour faire une utilisation efficace des engrais. Tous les organismes provinciaux de vulgarisation expliquent comment prélever des échantillons du sol et recommandent les engrais à utiliser d'après les résultats de l'analyse.

Comparer les préparations d'engrais. Au moment d'acheter un engrais, calculez-en le coût par unité d'éléments fertilisants (N, P_2O_5 ou K_2O). Comme le montrent les données à la figure 6.11, la quantité d'énergie nécessaire à la fabrication des différentes formes d'engrais azotés et phosphatés varie. Ces différences sur le plan des coûts énergétiques se répercuteront sur le prix de détail des engrais. Par exemple, cela prend 15,8 MJ de moins pour fabriquer 1 kg d'azote sous forme d'ammoniac anhydre que sous forme d'urée (72 MJ - 56,2 MJ = 15,8 MJ). Si l'usine de fabrication d'engrais paie en moyenne 3 $/GJ pour l'énergie, l'écart entre les coûts énergétiques de ces deux formes d'engrais azotés est de:

(15,8 MJ/kg x 0,001 MJ/GJ x 3 $/GJ) = 0,0474 $ le kilogramme d'azote.



Fig. 6.9 L'ammoniac est la forme d'engrais azoté qui exige le moins d'énergie pour sa fabrication.

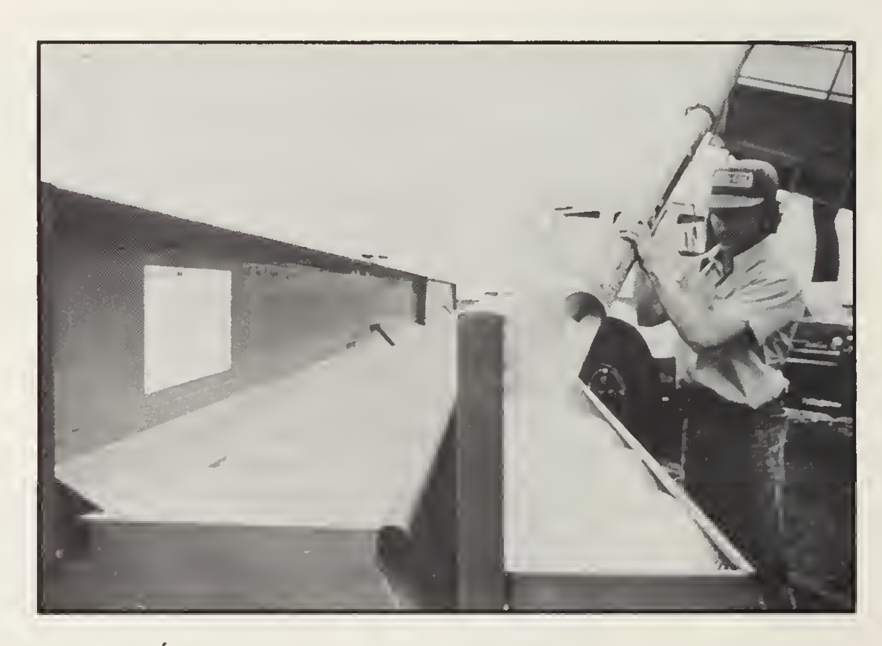


Fig. 6.10 Épandage de l'engrais au cours de l'ensemencement.

POUR EN SAVOIR PLUS:

1) **Fertile Fields and Fertilizers.** Brochure distribuée par: Imperial Oil Limited, Agricultural Chemicals Consumer Division, 10025 Jasper Avenue, Edmonton (Alberta) T5J 1S6.

2) **Fertilizer Management to Save Energy.** Factsheet no 8, publicaton distribuée par: Cooperative Extension Service, Michigan State University, East Lansing, Michigan 48824.

3) **Fertilizer Management.** Farm Energy Tips, publication distribuée par: Cooperative Extension Service, University of Nebraska, Lincoln, Nebraska.

4) **Fertilizing Crops: The Guesswork's Going.** The Furrow Magazine, Ontario/Coastal Edition, janvier 1982.

5) **How Your Profits Are Influenced by Fertilizer Application Methods.** Grainews, septembre 1983.

6) **Nitrogen - New Rules For Conservation Tillage.** Successful Farming, volume 81, no 4, mars 1983.

7) **Straighten Up and Spread Right.** Crops and Soils Magazine, août/septembre 1981.

8) **Double-Deep Banding In a Single Pass.** Country Guide, mars 1983.

9) **Fertilizer Application Through Sprinkle Irrigation.** Engineering Notes, no 572.100.1, publication distribuée par: B.C. Ministry of Agriculture and Food, Engineering Branch, Abbotsford (Colombie-Britannique) V2S 2C5.

10) **Types of Nitrogen Fertilizer And The Best Time To Apply Them.** Note d'information distribuée par: Farm Information Services, United Grain Growers, Box 6600, Winnipeg (Manitoba) R3C 3A7.

11) **Fertility Variations Within Fields and Implications For Management of Nitrogen Fertilizer Application.** Rapport rédigé par: Farmwest Management Ltd. et distribué par le Saskatchewan Research Council, Farm Energy Management Program, 30 Campus Drive, Saskatoon (Saskatchewan) S7N 0X1.

12) **Soil Fertility: Precision Is In.** The Furrow, mai/juin 1983.

	Gaz naturel (m^2/t)	Mazout (L/t)	Électricité (kWh/t)	Total (MJ/t)	Énergie consommée par unité d'éléments fertilisants
Azote (N)					
Ammoniac anhydre (82 % N)	1190	38	60	46 069	56,2 MJ/kg N
Ammoniaque (20 % N)	298	10	15	11 557	57,8
Nitrate d'ammonique (33 % N)	569	44	79	23 286	70,6
Urée (45 % N)	702	121	346	32 406	72,0
Phosphate (P_2O_5)					
Superphosphate simple (20 % P_2O_5)	42	15	69	2 436	12,2 MJ/kg P_2O_5
Superphosphate triple (46 % P_2O_5)	88	24	215	5 048	11,0
Potasse K_2O					
Chlorure de potassium (60% K_2O)	20	112	119	5 843	9,7 MJ/kg K_2O

Source: Southwell et Rothwell
Université de Guelph (Ontario)

Fig. 6.11 Énergie consommée pour la fabrication de différents engrais.

En appliquant 100 kg d'engrais par hectare, sur 200 hectares, les économies d'énergie, exprimées en dollars, réalisées en utilisant l'ammoniac anhydre seraient de:

(0,0474/kg x 100 kg/ha x 200 ha) = 948 $

(Il est possible que l'épandage d'ammoniac anhydre permette de faire des économies totales encore plus importantes, étant donné que les méthodes de manipulation et d'épandage de ce produit sont plus efficaces.)

Épandre les engrais uniformément. L'épandage à la volée se fait plus ou moins au hasard et entraîne donc des pertes. Il se produit des recoupements et des manques lorsque l'opérateur ne sait pas exactement quelle partie du champ il a fertilisée. Ce problème est accentué par les obstacles qui doivent être contournés et par la forme irrégulière des champs. Il faut vérifier l'équipement d'épandage chaque année por s'assurer qu'il distribue l'engrais uniformément et selon les doses appropriées. Il faut décider de la quantité de recoupement qui est nécessaire pour assurer une application régulière. Lorsque cela est possible, l'agriculteur devrait épandre l'engrais en décrivant une spirale dans le champ afin de minimiser l'effet des variations dans la répartition de l'engrais. Il ne devrait procéder par allers et retours que si la distribution d'engrais se fait symétriquement et uniformément de chaque côté.

Adopter la localisation en bandes pour obtenir les meilleurs résultats. On sait depuis longemps que l'engrais distribué en bandes (localisation du fertilisant près de la semence) donne de meilleurs rendements dans la plupart des sols que l'engrais éparpillé à la volée à la surface du sol. À la figure 6.12, on donne les résultats d'un projet de recherches qui consistait à comparer les rendements en orge obrtenus à partir de deux méthodes d'épandage, à savoir l'épandage en profondeur et l'épandage à la volée avec incorporation au sol. Il ressort de l'analyse des résultats que la localisation en bandes a permis d'augmenter beaucoup plus considérablement le rendement par unité d'éléments fertilisants appliqués. La plupart du matériel de semis est maintenant pourvu de dispositifs de localisation en bandes. Ce type d'épandage permet d'utiliser l'engrais efficacement, de réduire le nombre de déplacements nécessaires dans le champ et d'obtenir de meilleurs rendements.

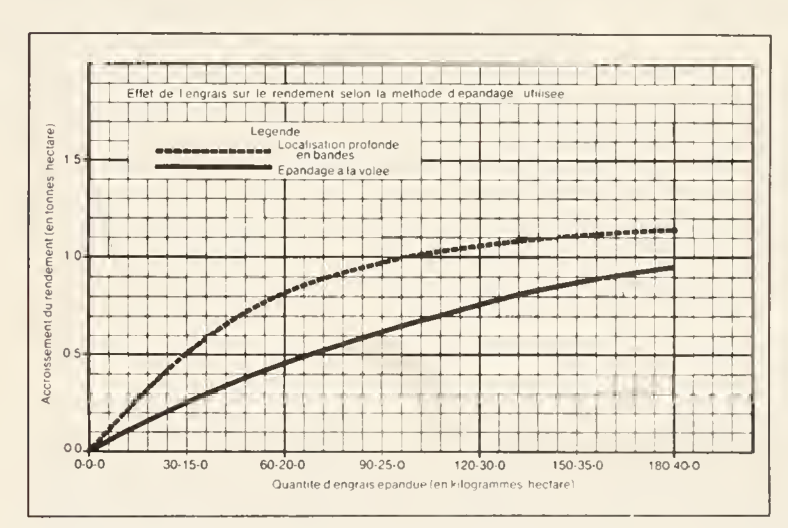


Fig. 6.12 Effet de l'engrais sur le rendement selon la méthode d'épandage utilisée.

Le choix de la période d'épandage est important. En général, les engrais sont plus efficaces lorsqu'ils sont appliqués au printemps, soit juste avant ou en même temps que les semis. Certaines cultures, notamment le maïs et les pommes de terre, ont des besoins importants en azote plus tard au cours de la saison de croissance. L'épandage d'une partie de l'engrais azoté en bandes latérales au moment où ces cultures en ont besoin peut s'avérer une technique rentable.

Dans le cas des cultures irriguées, l'adjonction d'azote dans l'eau d'irrigation est un autre moyen d'assurer une meilleure utilisation de cete élément, surtout dans le sols sablonneux où le lessivage de l'azote constitue un problème.

6.4 CULTURE DES LÉGUMINEUSES POUR ÉCONOMISER DE L'ÉNERGIE

Les légumineuses sont des plantes qui ont la faculté de fixer l'azote atmosphérique. La quantité d'azote emmagasinée par une légumineuse dépend d'un grand nombre de facteurs, y compris l'espèce, le rendement de la plante, l'efficacité de l'inoculation, le type de sol et le climat. À la figure 6.14, on peut constater la grande variabilité de quelques légumineuses courantes quant à leur capacité de fixer l'azote.

Comparaisons sur le plan énergétique. L'utilisation de légumineuses en rotation culturale permet de réduire la consommation d'engrais azotés. Par exemple, à la figure 6.15, on établit une comparaison entre les dépenses énergétiques totales nécessaires à la production du soja et du maïs-grain. La culture du soja ne requiert que 2 626 MJ/ha d'énergie sous forme d'engrais en regard de 14 368 MJ/ha pour celle du maïs; la culture de la légumineuse permet donc une économie d'énergie de 11 742 MJ/ha. En outre, le soja permet une économie supplémentaire d'énergie du fait qu'il ne nécessite pas de séchage artificiel.

Les coûts de production du maïs sont très sensibles à la montée des prix de l'énergie. Par exemple, une hausse de tous les coûts énergétiques équavalant à un accroissement de 10 $ le baril de pétrole brut augmenterait les coûts de production d'environ 0,16 c./MJ. (Voir l'annexe A-2). Ainsi, les coûts de production du soja augmenteraient de (0,0016 $/MJ x 6 867 MJ/ha) = 10,99 $/ha, alors que ceux du maïs afficheraient une hausse de (0,0016 $/MJ x 25 679 MJ/ha) = 41,09 $/ha. Cet exemple démontre l'avantage potentiel de la culture des légumineuses si les coûts énergétiques continuent à progresser.

Légumineuses à engrais verts. Les agriculteurs à l'échelle du Canada redécouvrent les avantages de la culture des légumineuses fourragères comme moyen d'enrichir le sol en azote et en matière organique. Les légumineuses sont donc utilisées comme "engrais verts". Dans les régions où il tombe suffisamment de pluie, la culture associée est un mode d'exploitation de plus en plus répandu. Elle consiste à cultiver ensemble, sur une même parcelle, une légumineuse comme le trèfle rouge et une culture commerciale comme le maïs. Le trèfle croît entre les rangées de maïs et est incorporé au sol lorsque le champ est travaillé à l'automne.

Dans les régions plus arides, on étudie actuellement la possibilité de cultiver les légumineuses à engrais verts au lieu de laisser un champ en jachère. À la figure 6.16, on présente un résumé des résultats de 18 années de recherches sur les légumineuses à Indian Head (Saskatchewan). Ces essais révèlent que l'efficacité énergétique et le revenu net augmentent lorsque l'on introduit la culture du mélilot dans la rotation blé-jachère.

L'inoculation est importante. Pour qu'une légumineuse puisse fixer l'azote efficacement, la semence doit être infectée par la bonne souche de rhizobium. Les inoculats des semences ne survivent pas longtemps lorsqu'ils sont exposés au soleil, à des températures élevées ou à la déshydratation. Il faut les acheter à l'état frais et les entreposer au réfrigérateur jusqu'au moment de leur utilisation.

Pour assurer une application efficace sur la graine, il faut d'abord recouvrir cette dernière d'un adhésif, tel qu'une solution sucrée ou du lait écrémé, puis appliquer l'inoculat. On passe ensuite les graines dans une vis transporteuse afin que l'inoculat soit mis en contact avec toutes les graines. Il peut aussi s'avérer rentable d'accroître la dose de l'inoculat. À la figure 6.18, on présente les résultats d'une expérience qui démontre l'importance des bonnes méthodes d'inoculation.

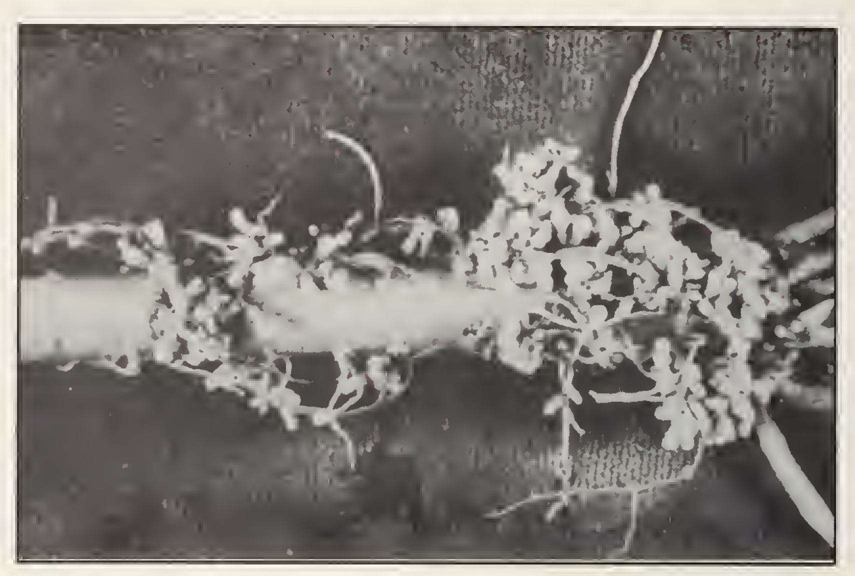


Fig. 6.13 Nodosités fixatrices d'azote sur la racine d'une légumineuse

	kg/ha de N
Luzerne	57-510
Féverole	127-505
Trèfle rouge	45-477
Mélilot	151-454
Soja	42-170
Vesce	68-136
Sainfoin	57-136
Lotier corniculé	68-117
Lentille	57-117
Arachide	45-113
Pois secs	52-87
Haricots secs	43-79

Fig. 6.14 Capacité annuelle de fixation de l'azote de diverses légumineuses

Dépenses	Maïs-grain MJ/ha	Soja MJ/ha
Labour	854	854
Passage des disques	494	494
Hersage (herse à dents rigides)	—	132
Semis	364	364
Engrais	14 368	2 626
Épandage d'engrais	497	—
Herbicides	1 826	1 381
Épandage d'herbicides	136	68
Moissonnage - battage	892	842
Séchage	6 062	—
Transport au lieu d'entreposage	186	106
Dépenses énergétiques totales	25 697	6 867

Fig. 6.15 Énergie dépensée pour la production de maïs-grain et de soja

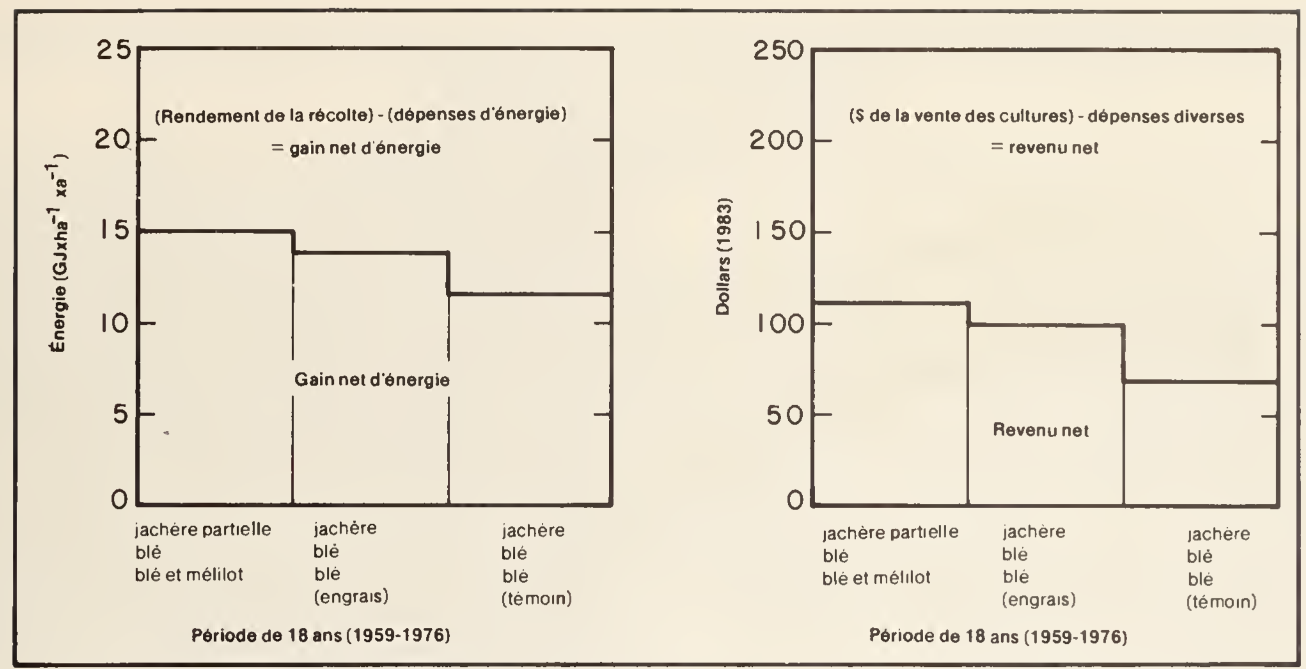


Fig. 6.16 Effets bénéfiques de l'incorporation de la culture de légumineuses à une rotation de céréales. Au cours des 18 dernières années, on a mené des expériences sur l'utlisation du mélilot dans le sol noir mince de la Station fédérale de recherches agricoles à Indian Head. Les chercheurs ont trouvé que, sur une période de trois ans, la rotation blé - blé - jachère comportant la culture de mélilot a donné des rendements en blé comparables à une même séquence de rotation culturale comportant l'épandage de 10 kg d'azote l'hectare par année pour chaque récolte.

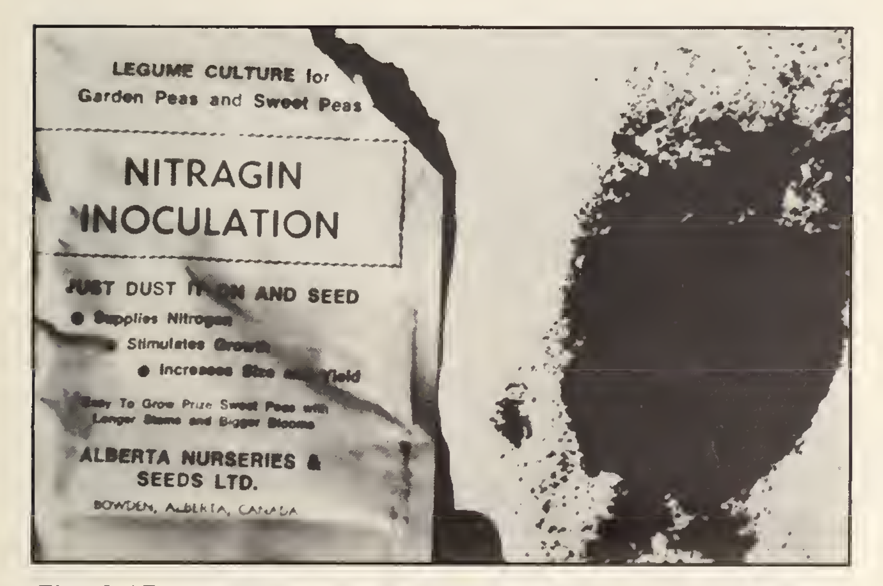
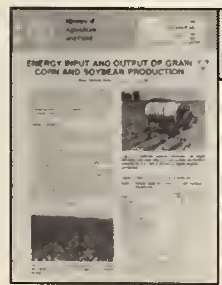


Fig. 6.17 Acheter l'inoculat à l'état frais et le conserver au réfrigérateur jusqu'au moment de son utilisation

Méthode d'inoculation	Rendement de deux coupes en kg M.S./ha
Pas d'inoculat	1370
Application sur la graine sèche (sans eau)	1406
Application à l'aide d'un adhésif	2197
Application à l'aide d'un adhésif (10 fois la dose recommandée)	2536
Pre-inoculation dans l'enrobage des semences	2236

Fig. 6.18 Effets de la méthode d'inoculation sur le rendement de la luzerne de variété Angus cultivée sur un solod noir de pH 5.8.



POUR EN SAVOIR PLUS:

1) **Energy Input And Output Of Grain Corn And Soybean Production.** Factsheet no 82-084, publication distribuée par le ministère de l'Agriculture et de l'alimentation de l'Ontario, Information Branch, Legislative Buildings, Toronto (Ontario) M7A 1A5.

2) **Plowdown - A Strategy For The Eighties.** Forage Seed Notes, publication distribuée par: Alberta Forage Seed Council, 2nd Floor, 7000 - 113 Street, Edmonton (Alberta) T6H 5T6.

3) **Conservation Farming.** Publication distribuée par le Saskatchewan Research Council, 30 Campus Drive, Saskatoon (Saskatchewan) S7N 0X1.

4) **Nitrogen: You May Be Growing More.** The Furrow, Prairie Edition, novembre/décembre 1981.

5) **L'inoculation des légumineuses.** Publication no 1299, distribuée par la Direction générale des communications, Agriculture Canada, Ottawa (Ontario) K1A 0C7.

6) **Correct Inoculation Saves Fertilizer.** Agdex 121:123, publication distribuée par: Farm Information Services, United Grain Growers, Box 6600, Winnipeg (Manitoba) R3C 3A7.

7) **Inoculation des légumineuses.** Fiche d'information de Canadex 255.45, distribuée par la Driection générale des communications, Agriculture Canada, Ottawa (Ontario) K1A 0C7.

6.5 MÉTHODES DE DÉSHERBAGE ÉCONOMIQUES

Dans la plupart des exploitations, la lutte contre les mauvaises herbes se fait en combinant des méthodes culturales et des méthodes chimiques. En général, l'élimination des mauvaises herbes par la pulvérisation demande moins d'énergie que le désherbage par des façons culturales (fig. 6.21). Cependant, même si le coût énergétique est un facteur qui a peu d'incidence sur le coût des herbicides, la pulvérisation ne constitue pas nécessairement la méthode la moins onéreuse. Cela est particulièrement évident dans le cas des programmes de culture sans travail du sol qui exigent l'emploi de quelques-uns des herbicides les plus récents pour lesquels les fabricants ont encore à récupérer les coûts de mise au piont et d'homologation.

La façon la plus simple d'économiser de l'énergie (et de l'argent) dans l'épandage des herbicides est d'utiliser la quantité minimale des produits chimiques nécessaires pour éliminer les mauvaises herbes. Voici quelques suggestions d'agriculteurs prospères pour y arriver:

1) Uitliser des semences propres. Ne semez pas vos propres problèmes de désherbage.

2) Utiliser la méthode de rotation culturale. Différentes mauvaises herbes sont spécifiques aux diverses cultures.

3) Lutter contre les petites infestations avant qu'elles ne se répandent. Souvent, il suffit d'utiliser un pulvérisateur à dos.

4) Réduire ou éliminer le travail du sol. Le retournement du sol favorise le développement des graines de mauvaises herbes qui demeureraient en état de dormance si l'on ne faisait qu'une préparation superficielle du sol.

5) Vérifier l'étalonnage du pulvérisateur et la forme du jet.

6) Pulvériser au bon moment.



Fig. 6.19 Le désherbage par la facon culturale



Fig. 6.20 Un pulvérisateur pour l'épandage de l'herbicide à la ferme

POUR EN SAVOIR PLUS:

1) **Herbicides pour la culture du maïs fourrager sans travail du sol.** Fiches d'information de Canadex, distribuées par la Direction générale des communications, Agriculture Canada, Ottawa (Canada) K1A 0C7.

2) **Autres méthodes de dés herbage pour économiser l'énergie.** Fiches d'information de Canadex, distribuées par la Direction générale des communications, Agriculture Canada, Ottawa (Canada) K1A 0C7.

3) **Integrated Weed Control Recommendations.** Weed Facts, Agdex 641, publicaton distribuée par le Centre de distribution, ministère de l'Agriculture du Manitoba, 911, av. York, Winnipeg (Manitoba) R3C 3M1.

4) **Aerial Ground Spraying - An Energy Comparison.** Rapport 1-61, distribué par l'Institut de recherches techniques et de statistiques, Direction générale de la recherche, Agriculture Canada, Ottawa (Ontario) K1A 0C6.

5) **Pest Control**. Agrologist magazine, hiver 1983.

6) **Une analyse économique du 2,4-D au Canada.** Économie agricole, au Canada, volume 18, no 1, été 1983.

7) **More Weed Control From Less Herbicide.** Country Guide, juin 1983.

8) **Banding Benefits.** Country Guide, octobre 1983.

9) **Sprayers That Speak Of Speed And Convenience.** Successful Farming, février 1983.

10) **Can You Save On Pesticides?** Sperry New Holland News, vol. 28, no 8, publication distribuée par: Sperry New Holland, Dept. 224, New Holland, Pennsylvania. 17557.

11) **Killing Weeds With Disease.** The Furrow, édition des Prairies, septembre-octobre 1983.

12) **A Thinking Man's Approach To Weed Control.** The Furrow, janvier 1977.

13) **Earthcare: Ecological Agriculture In Saskatchewan.** The Earthcare Group, Box 1048, Wynyard (Saskatchewan) S0A 4T0. (13 $).

14) **Proceedings Of The P.E.I. Conference On Ecological Agriculture.** Institute of Man And Resources, 50 Water Street, Box 2008, Charlottetown (I.-P.-É.) C1A 1A4. Prix inconnu.

15) **Natural Plant Defences May Pose "Pesticides" Peril.** Le Globe and Mail, le 21 octobre 1983.



Fig. 6.22 Applicateur d'herbicide par humectation (ou à cordes)

Nouveau matériel

Controlleurs. Des controlleurs électroniques de pulvérisation facilitent l'étalonnage et assurent la régularité du traitement peu importe la vitesse d'avancement, en fournissant une lecture instantanée des doses d'application.

Systèmes de marquage. Il existe une variété de systèmes de marquage visant à réduire les recoupements et les manques.

Applicateurs par humectation ou à cordes. L'intérêt manifesté récemment pour des méthodes assurant une meilleure surface de contact entre les herbicides et les mauvaises herbes a amené la conception de toute une gamme d'épandeurs balais/rouleaux. L'épandeur à cordes n'utilise que 50 % de la quantité d'herbicides nécessaire pour une pulvérisation classique. Par exemple, dans le cadre d'un programme de jachère chimique, on a comparé les coûts d'application du produit Roundup, à l'aide d'un épandeur par humectation et d'un pulvérisateur classique. L'épandeur à cordes a permis d'économiser 18,75 $ l'hectare en une saison en réduisant les quantités de produits chimiques nécessaires.

Herbicides	Dépense d'énergie
	MJ/kg de principe actif
Paraquat	415
Glyphosate	387
Diquat	369
Dicamba	286
Propachlore	280
Diuron	274
Propanil	212
Atrazine	201
Chlorambène	179
Trifluraline	142
2, 4, 5-T	130
MCPA	129
Dinosèbe	91
2, 4-D	82

Source: Southwell, P.H. et T.M. Rothwell, **Report on Analysis of Out/Input Energy Ratios of Food Production** in Ontario, School of Engineering, University of Guelph, p. 55, 1977.

Fig. 6.21 Coûts énergétiques de la fabrication des herbicides.

6.6 COÛTS ÉNERGÉTIQUES DE L'IRRIGATION

En général, l'exploitation en culture irriguée consomme plus d'énergie que l'exploitation en culture sèche. En effet, en plus d'exiger plus d'énergie sous forme de carburant ou d'électricité pour le pompage de l'eau, elle dépense plus d'énergie sous forme d'engrais et d'herbicides puisqu'elle nécessite des doses d'application plus fortes. Bien que la culture irriguée permette d'obtenir un meilleur rendement par acre, ses coûts énergétiques **par unité de production** sont presque toujours supérieurs à ceux d'une exploitation en culture sèche. Ainsi, les irrigants profiteront grandement d'une bonne gestion de l'énergie.

L'énergie requise pour l'irrigation varie beaucoup selon la source d'eau, le système d'irrigation choisi et la quantité d'eau distribuée. Toutes les méthodes d'irrigation comportent des facteurs de conception et d'exploitation qui peuvent en outre influer sur l'efficacité de l'utilisation de l'énergie.

Sources d'eau. La plupart des exploitations irriguées dans les Prairies canadiennes tirent leur eau de vastes réservoirs de district et de réseaux de canaux. Les districts d'irrigation du sud de l'Alberta et de la Saskatchewan exploitent plusieurs milliers de kilomètres de ces canalisations. Avec ce système, l'énergie nécessaire pour **distribuer** l'eau aux exploitations est très faible puisque l'écoulement se fait par gravité.

En Colombie-Britannique, certains exploitants en culture irriguée profitent encore plus de la gravité. L'eau des réservoirs en montagne est transportée par pipeline jusque dans les vallées et arrive ainsi aux exploitations sous forte pression, prête à être utilisée dans un réseau d'irrigation par aspersion (sans l'aide de pompe).

Cependant, dans le plupart des régions du Canada, on doit pomper l'eau d'irrigation des rivières, des lacs, des étangs ou des puits vers les champs. Cette opération exige un apport d'énergie plus ou moins considérable selon les facteurs suivants: l'élévation, la pression d'alimentation, le débit, le diamètre et la longueur des tuyaux et le rendement de la pompe.

Systèmes de pompage. Chaque système de pompage doit être soigneusement conçu pour répondre aux particularités de chaque situation. Les fournisseurs de matériel et les ingénieurs en irrigation au service de l'État peuvent contribuer à la planification d'un système de pompage efficace. Voici quelques lignes de conduite générales à cet égard:

1) La pompe devrait être installée aussi près que possible de la surface de l'eau afin de minimiser la hauteur d'aspiration et de diminuer le nombre de raccords nécessaires. Le pompage est inefficace lorsque la hauteur d'aspiration dépasse 4,5 mètres.

2) Le diamètre du tuyau d'aspiration devrait être au moins une à deux fois supérieur à celui de la prise d'eau de la pompe.

3) Utiliser les tableaux des indices de friction des tuyaux pour choisir le diamètre de tuyau qui convient le mieux pour un débit et une distance de pompage donnés.

4) Utiliser les courbes de performance des pompes pour choisir la pompe qui fonctionnera efficacement pour le débit et la hauteur pratique de refoulement donnés.

Méthodes d'irrigation. Il y a plusieurs méthodes pour distribuer l'eau aux cultures, y compris les systèmes par gravité, par aspiration ou au goutte-à-goutte. La topographie, la main-d'oeuvre disponible, les caractéristiques de la culture et les coûts du matériel sont autant de facteurs qui peuvent influer sur le choix de la méthode.

Main-d'oeuvre en regard de l'énergie. Les systèmes d'irrigation par gravité sont les moins gourmands en énergie, mais leurs coûts plus élevés en main-d'oeuvre rendent souvent leur exploitaton aussi onéreuse que celle des systèmes par aspersion plus automatisés et aux exigences énergétiques supérieures. Toutefois, la mise au point de dispositifs automatiques de contrôle pour les systèmes d'irrigation par gravité pourrait entraîner une baisse importante des coûts de main-d'oeuvre et encourager l'abandon des systèmes d'irrigation par aspersion dans les régions où l'irrigation par gravité est possible.

Systèmes par aspersion à basse pression. Les différents systèmes par aspersion n'ont pas les mêmes besoins en énergie. La pression constitue le facteur le plus important. Là où les conditions du sol et de culture le permettent, un grand nombre d'irrigants remplacent leur système actuel par un système à basse pression afin de diminuer les coûts d'exploitation. Ils peuvent ainsi réaliser des économies de 35 à 40 % sur les coûts de l'énergie nécessaire au pompage.

POUR EN SAVOIR PLUS:

1) **Irrigation Age.** Revue technique distribuée gratuitement aux irrigants par: Circulation Department, Irrigation Age, 1999 Shepard Road, St. Paul, Minnesota 55116.

2) **Irrigation Water, Its Use And Applications.** Publication no 1199, distribuée par: Agriculture Canada, Ottawa (Ontario) K1A 0C7

3) **Irrigation dans les Prairies.** Publication no 1488, distribuée par la Direction générale des communications, Agriculture Canada, Ottawa (Ontario) K1A 0C7.

4) **Selecting Irrigation Equipment.** Factsheet no 80-006, publication distribuée par le ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario, Information Branch, Legislative Buildings, Toronto (Ontario) M7A 1A5.

5) **Irrigation Pump Testing.** Brochure distribuée par: Irrigation Division, Alberta Agriculture, Lethbridge (Alberta) T1J 4C7.

6) **Energy Efficient Gravity and Pump Assisted Gravity Supplied Irrigation Systems.** Note d'information distribuée par: B.C. Hydro, Energy Use Dept., 625 Howe St., Vancouver (C.-B.) V6C 2T6.

7) **Trickle Irrigation Emitter Selection.** Engineering Notes no 565, 510-1, publication distribuée par: B.C. Ministry of Agriculture & Food, Engineering Branch, Abbotsford (Colombie-Britannique) V2S 2C5.

8) **Energy Conservation Through Better Irrigation Practices.** Extension Bulletin E 1143, publication distribuée par: Cooperative Externsion Service, Michigan State University, E. Lansing, Michigan 48824.



Fig. 6.23 L'irrigation par aspersion nécessite des apports d'énergie pour le pompage de l'eau

Irrigation au goutte-à-goutte. C'est le système d'irrigation au goutte-à-goutte qui permet les plus grandes économies d'eau et d'énergie. Il se prête très bien à des installations permanentes dans les vergers ou les serres. La possibilité d'une automatisation quasi complète constitue également un avantage intéressant. Les inconvénients de ce système sont les coûts en capital élevés et les risques d'obstruction des goutteurs lorque l'eau d'irrigation n'est pas bien filtrée.

Calendrier des irrigations. Quelle que soit la technique d'irrigation utilisée, il importe d'assurer un apport d'eau suffisant aux périodes critiques. Afin d'éviter l'arrosage par excès, l'irrigant doit connaître la capacité d'emmagasinage de l'eau du sol et la consommation en eau de chaque culture. Ces paramètres varient selon le type de culture et les conditions météorologiques. Un grand nombre d'exploitants en culture irriguée ont découvert à l'expérience à quels moments il faut irriguer. D'autres suivent des calendriers d'irrigation fondés sur des données climatologiques recueillies pour la région. Au Canada, on a fait un usage très limité de dispositifs de mesure directe de l'humidité du sol tels que les tensiomètres.

EXEMPLE - COMPARAISON ENTRE LE POMPAGE AU DIESEL ET LE POMPAGE À L'ÉLECTRICITÉ

Lieu: Champion (Alberta)

Réseau d'irrigation alimenté par pompage. L'appareil de pompage existant est activé par un moteur diesel Cummins de 260 kW. L'eau pompée de la **Little Bow River** contre une hauteur manométrique totale de 145 mètres irrigue 200 hectares de cultures céréalières. Une génératrice diesel-électrique de 20 kW fournit l'électricité nécessaire au fonctionnement des roues du pivot.

Coût énergétiques. En 1983, le système consommait 70 600 litres de carburant diesel au coût de 18 000 $. L'huile pour les moteurs diesel et l'entretien de ces derniers coûtent environ 1 000 $ par année.

La solution "électrique". L'exploitant envisage l'installation d'une ligne de transport d'énergie et d'un moteur électrique triphasés pour remplacer les moteurs diesel. Voici une estimation des coûts:

1) Embranchement de ligne de transport d'énergie (5 km)	25 000 $
2) Moteur électrique	12 000 $
3) Interrupteurs et filerie	10 000 $
Total	47 000 $
moins la valeur de récupération du système diesel	10 000 $
Coût net en capital =	**37 000 $**

La consommation prévue en électricité est de 269 000 kWh/année, à un prix moyen de 5,28 c./kWh, ce qui donne un coût total de 14 203 $ pour la première année (y compris tous les frais de gestion du service d'électricité). L'économie d'énergie prévue est de (18 000 $ 0 14 203 $) = 3 797 $. La réduction de la main-d'oeuvre et de l'entretien devrait permettre d'économiser 1 000 $ par année, ce qui porte l'économie totale à environ 5 000 $.

Analyse économique. Posons une période de financement de 10 ans à 12,5 % d'intérêt, un taux d'imposition marginal de 25 % et un taux annuel d'augmentation des prix de l'énergie de 8 %. L'installation électrique serait admissible à un crédit d'impôt à l'investissement de 7 % et à une allocation du coût en capital de 10 % la première année et de 20 % les annnées suivantes.

Les crédits d'impôt à l'investissement sont déductibles du montant total d'impôt fédéral sur le revenu exigible. Cela équivant effectivement à un revenu non imposable l'année de l'achat. On peut en calculer approximativement l'effet sur la marge d'autofinancement en déduisant du coût en capital le montant du crédit d'impôt:

Coût net en capital précédent	= $37,000.
Moins le crédit d'impolt à l'investissement (0,07 x 47 000 $)	= $ 3,290.
Coût net en capital révisé	= $33,719.

a) **Délai de récupération** = (33 710 $/5 000 $) = 6.7 années.
b) **Marge d'autofinancement.** La figure 6.24 montre que cet investissement entraînerait une marge d'autofinancement positive après la première année.

Conclusion. Si toutes les suppositions sont justes, l'adoption du pompage à l'électricité constituerait un bon investissement pour cette exploitation. La réduction des coûts d'énergie, d'entretien et de main-d'oeuvre amortirait cet achat en 6,7 années. La "marge nette d'autofinancement" (après imposition) de l'exploitant augmenterait de 7 641 $ en 10 ans.

Coût en capital	33710 $	Revenu, 1ère année	5000 $
Frais de démarrage déductibles	0 $	Augmentation du revenu par année (%)	8,0
Entrées (prévus), 1ère année	0 $	Terme de l'emprunt (années)	10
Augmentation annuelle des entrées	0,0	Taux d'intérêt sur l'emprunt (%)	12,50
Taux d'imposition (%)	25	Emprunt (1=amort., 2=déc.)	1
Taux général de l'inflation	7	Nombre de paiements par année	1
A.C.C. 1ère année (%)	10,0	Portée de l'étude (1=exploitation entière, 2=partie de l'exploitation)	2
A.C.C. 2ème année (%)	20,0	Durée de l'étude en années	10
A.C.C. autres années (%)	20.0	Année de départ de l'étude	1
Type d'A.C.C. (1=déc., 2=constant)	1	% Versement initial	0 $

Année	Entrées	Revenu	Capital	Intérêt	Impôt	Marge d'autofinancement	M.A. totale	A.C.C.
1	0,00	5000,00	1875,01	4213,75	-646,19	-442,57	-442,57 $	3371,00
2	0,00	5400,00	2109,39	3979,37	-1161,79	473,03	30,46 $	6067,80
3	0,00	5832,00	2373,06	3715,70	-684,48	427,72	458,19 $	4852,24
4	0,00	6298,56	2669,69	3419,07	-250,97	460,77	918,96 $	3883,39
5	0,00	6802,45	3003,40	3085,36	152,59	561,09	1480,05 $	3106,71
6	0,00	7346,64	3378,83	2709,93	537,83	720,05	2200,10 $	2485,37
7	0,00	7934,37	3801,18	2287,58	914,62	930,99	3131,09 $	1988,30
8	0,00	8569,12	4271,33	1812,43	1291,51	1188,85	4319,93 $	1590,64
9	0,00	9254,65	4810,87	1277,89	1676,06	1489,83	5809,76 $	1272,51
10	0,00	9995,03	5412,23	676,53	2075,12	1831,14	7640,91 $	1018,01

Fin du passage-machine — Marge d'autofinancement totale (valeur actuelle) 4914,50 $

MARGE D'AUTOFINANCEMENT ($): 2000, 1000, 0, -1000
ANNÉE: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Fig. 6.24 Analyse de la marge d'autofinancement dans le cas du remplacement d'un système de pompage au diesel par un système de pompage à l'électricité

6.7 COMPARAISON DES SYSTÈMES DE SÉCHAGE DU GRAIN

L'énergie nécessaire au séchage constitue l'un des principaux coûts d'exploitation dans de nombreuses fermes de l'Est du Canada. Dans certaines régions, toutes les cultures céréalières subissent un séchage artificiel soit sur les lieux de l'exploitation ou dans des silo-élévateurs locaux. Par ailleurs, la pratique du séchage des grains s'est aussi répandue dans l'Ouest canadien. Au lieu de n'avoir recours au séchage que les années très humides, de nombreux agriculteurs des Prairies intègrent maintenant le séchage aux opérations normales de récolte de grain. Grâce au séchage, la saison de récolte peut se prolonger sur une plus longue période, si bien que l'on peut utiliser des moissonneuses-batteuses de plus petite taille. En outre, le séchage permet une récolte plus hâtive, réduit les pertes sur pied et élimine les dangers de détérioraton du grain entreposé. Le séchage du grain deviendra pratique plus courante, car un nombre croissant d'agriculteurs effectuent un moissonnage-battage direct afin de laisser des chaumes plus hautes pour retenir la neige.

Types de séchoir. Les systèmes de séchage à air chaud enlèvent l'excès d'humidité en déplaçant de l'air chaud à travers la masse du grain. Les trois types utilisés à la ferme sont les suivants:

1) séchoir en discontinu à séchage statique
2) séchoir en discontinu à air recyclé et
3) séchoir en continu.

Ces trois types de séchoir peuvent se présenter sous formes d'installations mobiles ou de séchoirs fixes en cellule.

Combustibles. Le propane et le gaz naturel sont des combustibles utilisés couramment pour le séchage à air chaud des grains. Quelques séchoirs fonctionnent au mazout ou à l'électricité.



Fig. 6.25 Séchange à air chaud du grain, utilisant le propane.

POUR EN SAVOIR PLUS:

1) **Séchoirs à grain à air chaud.** Publication no 1700, distribuée par la Direction générale des communications, Agriculture Canada, Ottawa (Ontario) K1A 0C7.

2) **Guide to Grain Dryers.** Factsheet no 82-028, publication distribuée par le ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario, Information Branch, Legislative Building, Toronto (Ontario) M7A 1A5.

3) **Grain Drying.** Factsheet F701, publication distribuée par: B.C. Hydro, Energy Use Engineering Department, 625 Howe St., Vancouver (C.-B.) V6C 2T6.

4) **La recherche sur le séchage du maïs en vue d'améliorer la qualité et de réduire la dépense d'énergie.** Fiche d'information de Canadex no 1.62, distribuée par la Direction générale des communications, Agriculture Canada, ottawa (Ontario) K1A 0C7.

5) **Natural Air Drying.** Publication distribuée par: Saskatchewan Agriculture, 3085 Albert St., Regina (Saskatchewan) S4S 0B1.

6) **Movement of Natural Air Through Grain.** Publication no 732-1, distribuée par: Agriculture Manitoba, 911 Édifice Norquay, Winnipeg (Manitoba) RC 0V8

7) **L'Institut de la machinerie agricole des Prairies (IMAP)** a fait l'essai de plusieurs séchoirs a grains à air chaud. Leurs rapports d'évaluation comportent des données sur la consommation d'énergie. Pour obtenir de plus amples renseignements ainsi que les prix des rapports, s'adresser à PAMI, P.O. Box 1150, Humbolt S0K 2A0.

Séchage à l'air ambiant. Le séchage naturel, sans réchauffage de l'air est plus courant dans les Prairies. L'énergie consommée par ce système est l'électricité nécessaire au fonctionnement des ventilateurs qui font circuler l'air à traver la masse du grain pendant une longue période chaque automne.

Efficacité. L'efficacité du séchage est fonction de la conception du séchoir, des types de grains à sécher, de la température de l'air de séchage, de la température ambiante, de la vitesse du flux d'air, etc. Une grand nombre de séchoirs sont maintenant munis de récupérateurs de chaleur qu permettent le recyclage d'une partie de l'air d'échappement du séchoir. L'efficacité des systèmes de séchage est très variable. En général, les vitesses de séchage les plus rapides exigent le plus d'énergie.

Conseils pour économiser de l'énergie:

1) Ne pas sécher le grain destiné à l'alimentation du bétail. Un système de conservation du grain humide pourrait constituer un meilleur investissement.

2) Récolter le grain plus sec. Il faut deux fois plus d'énergie pour abaisser la teneur en eau du grain de 27 à 15 % que de 22 à 15 %.

3) Tenir compte de l'efficacité énergétique lorsque l'on planifie un système de séchage. Pondérer les avantages d'un séchage rapide en regard de la plus grande consommation de combustible.

4) Emvisager l'utilisation d'un système de refroidissement lent différé (dryération). Ce système utilise des séchoirs à haute température pour enlever l'excès d'humidité initiale. Le grain est ensuite versé dans une cellule de dryération où l'on en extrait les derniers points d'humidité par un séchage à basse température ou à l'air ambiant. Cette technique a pour avantages d'augmenter la capacité de séchage, de donner un grain de meilleure qualité et d'abaisser les coûts énergétiques.

5) Faire fonctionner les séchoirs aux températures et aux vitesses de flux d'air recommandées.

6) Éviter de faire sécher le grain par temps froid, car la consommation de combustible à -10°C peut être supérieure de 50 % à celle à +10°C.

7) Eviter le surséchage, car en plus de gaspiller de l'énergie, il produit un grain commercialisable d'un poids total inférieur.

6.8 ESSAI D'UN ÉCHANGEUR DE CHALEUR POUR SÉCHOIR À GRAINS

L'information suivante est fondée sur les résultats d'un projet de recherches réalisé par Ralph G. Winfield & Associates pour l'**Ontario Agriculture Energy Centre.**

EXEMPLE

Lieu: Woodstock (Ontario)

Culture: 4 372 tonnes de maïs-grain dont la teneur en eau est passée de 26,9 à 15,5 %

Séchoir: en continu

Combustible: propane

Échangeur de chaleur. À la figure 6.26, on présente un plan schématique de l'échangeur de chaleur expérimental. Ce dernier comporte 450 tuyaux (de 150 mm de diamètre) en métal ondulé, de 9 m de longueur, disposés à l'intérieur d'une chambre isolée. L'air d'échappement du séchoir est propulsé à travers la chambre. La chaleur de l'air d'échappement traverse les parois des tuyaux et préchauffe l'air de séchage, qui est aspiré dans les tuyaux.

Énergie Économisée. L'échangeur de chaleur est efficace à des températures ambiantes inférieures a 10°C. À 0°C, il est plus efficace que le recyclage de l'air de refroidissement. Cet appareil a permis d'améliorer de 13,6 % l'efficacité de séchage et d'économiser 20 484 L de propane.

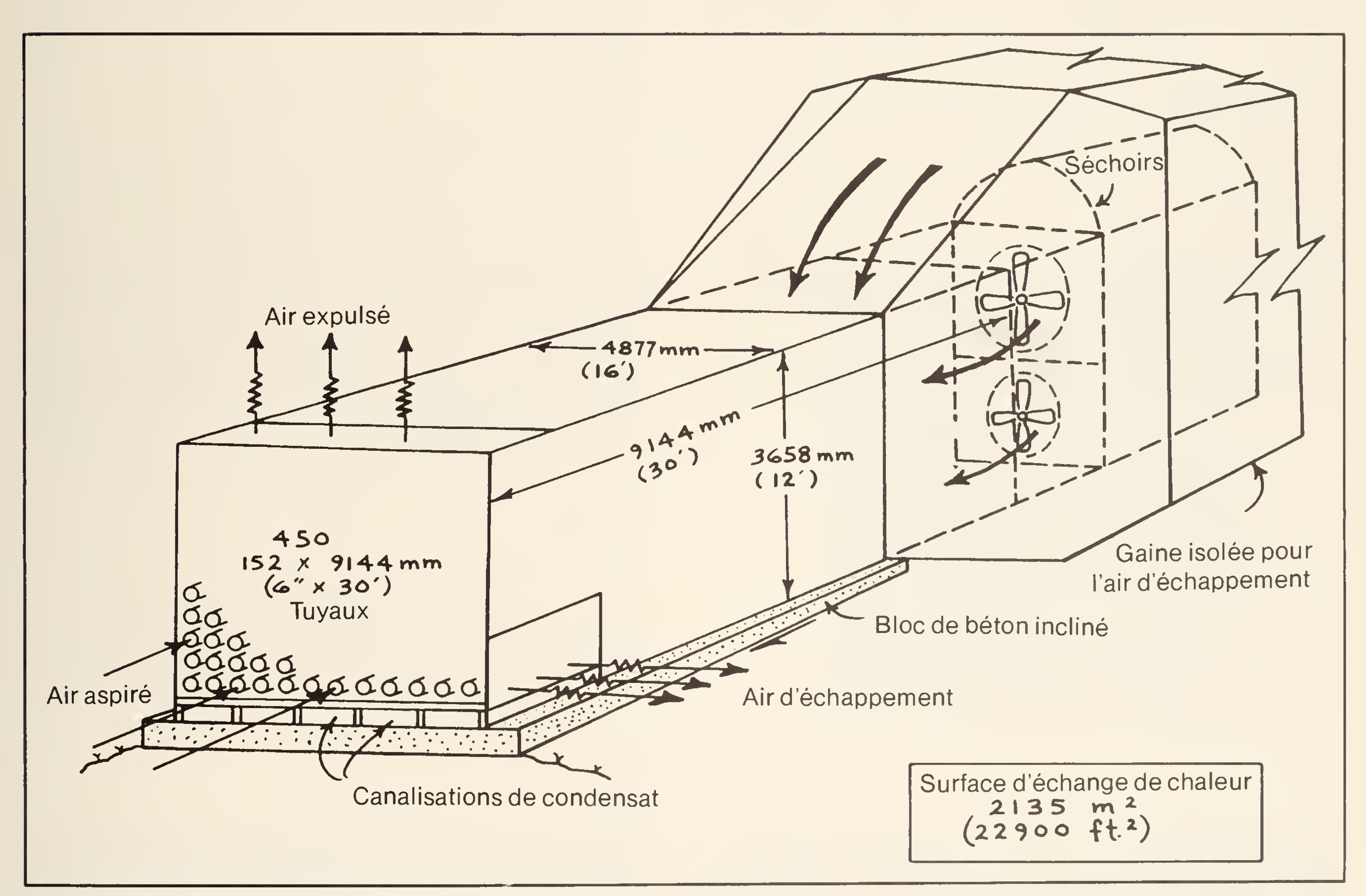


Fig. 6.26 Plan schématique d'un séchoir à échangeur de chaleur *(référence no 1)*

POUR EN SAVOIR PLUS:

1) **Reclaiming Heat Energy For Grain Corn Drying.** Rapport distribué par: Agriculture Energy Centre, ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario. P.O. Box 1030, Guelph (Ontario) N1H 6N1.

2) **Tax Considerations.** Ce type de système de récupération de la chaleur peut être admissible à un amortissement fiscal accéléré. Pour obtenir de plus amples renseignements ainsi que des formules de demande, s'adresser aux responsables du Programme de stimulants fiscaux, Énergie, Mines et Ressources, 580, rue Booth, Ottawa (Ontario) K1A 0E4

Coût en capital	25000 $	Revenu, 1ère année	5121 $
Frais de démarrage déductibles	0 $	Augmentation du revenu par année (%)	8,0 $
Entrées (prévus), 1ère année	0 $	Terme de l'emprunt (années)	10
Augmentation annuelle des entrées	0,0	Taux d'intérêt sur l'emprunt (%)	12,50
Taux d'imposition (%)	25	Emprunt (1=amort., 2=déc.)	2
Taux général de l'inflation	7	Nombre de paiements par année	1
A.C.C. 1ère année (%)	25,0	Portée de l'étude (1=exploitation entière, 2=partie de l'exploitation)	2
A.C.C. 2ème année (%)	50,0	Durée de l'étude en années	10
A.C.C. autres années (%)	25,0	Année de départ de l'étude	1
Type d'A.C.C. (1=déc., 2=constant)	2	% Versement initial	0 $

Année	Entrées	Revenu	Capital	Intérêt	Impôt	Marge d'autofinancement	M.A. totale	A.C.C.
1	0,00	5121,00	2500,00	3125,00	-1063,50	559,50	559,50 $	6250,00
2	0,00	5530,68	2500,00	2812,50	-2445,45	2663,64	3223,14 $	12500,00
3	0,00	5973,68	2500,00	2500,00	-694,22	1667,35	4890,49 $	6250,00
4	0,00	6450,99	2500,00	2187,50	1065,87	697,61	5588,10 $	0,00
5	0,00	6967,06	2500,00	1876,00	1273,02	1319,05	6907,15 $	0,00
6	0,00	7524,43	2500,00	1562,50	1490,48	1971,45	8878,60 $	0,00
7	0,00	8126,38	2500,00	1250,00	1719,10	2757,29	11535,89 $	0,00
8	0,00	8776,50	2500,00	937,50	1959,75	3379,25	14915,13 $	0,00
9	0,00	9478,62	2500,00	625,00	2213,40	4140,21	19055,34 $	0,00
10	0,00	10236,91	2500,00	312,50	2481,10	4943,30	23998,65 $	0,00

Fin du passage-machine   Marge d'autofinancement totale (valeur actuelle) 16460,14 $

MARGE D'AUTOFINANCEMENT ($)
5000
4000
3000
2000
1000
0
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
ANNÉE

Fig. 6.27 Analyse de la marge d'autofinancement: installation d'un échangeur de chaleur pour séchoir à grains

Analyse économique. L'échangeur de chaleur expérimental, y compris le matériel de contrôle, a couté 4000 $. On prévoit pouvoir construire une unité commerciale au coût de 25 000 $. Si le propane se vend 25 c. le litre, la période de récupération sera de:

Période de récupération = (25 000 $)/(20 484 L x 0,25 $/L) = **4,88 années**

Marge nette d'autofinancement. À la figure 6,27, on présente une analyse de la marge nette d'autofinancement (après imposition) pour cet investissement, en posant une durée de financement de 10 années a 12,5 %, un taux annuel d'accroissement du prix des combustibles de 8 % et un taux d'imposition le plus élevé de 25 %. L'analyse démontre que cela constitue un investissement très intéressant à la condition que le même systeme de séchage soit exploité pendant plusieurs années et que le débit annuel soit relativement élevé.

7 *Comment économiser énergie et dollars* L'ÉLEVAGE DU BÉTAIL

Les éleveurs de bétail ont besoin d'énergie pour éclairer, chauffer et ventiler leurs étables ainsi que pour faire fonctionner le matériel nécessaire à la manutention efficace des aliments du bétail et du fumier. Les producteurs d'oeufs et de lait ont aussi besoin d'énergie pour réfrigérer leurs entrepôts. Il y a donc de nombreuses possibilités d'accroitre les profits par une meilleure utilisation de l'énergie dans les bâtiments d'élevage.

Répondre aux besoins particuliers de chaque espèce. Il vaut la peine de bien chauffer les poulaillers et les porcheries car les sujets élevés dans une telle ambiance sont en meilleure santé et présentent un meilleur indice de consommation. Ne gaspillez pas d'énergie à surchauffer les bâtiments. D'autres espèces de bétail, notamment les bovins de boucherie et les bovins laitiers, les truies taries et les moutons, se comportent aussi bien à des températures moins élevées.

Utiliser un chauffage d'appoint. Les lampes chauffantes et les éleveuses peuvent fournir les températures élevées que recherchent les porcelets et les poussins, permettant ainsi à l'éleveur de maintenir une température plus basse dans le reste du bâtiment.

Isoler, obturer et ventiler. Un bâtiment bien isolé et de construction étanche est essentiel au bon fonctionnement du système de ventilation.

Eviter de choisir des ventilateurs et des appareils de chauffage de trop grande taille. Choisir de petits ventilateurs pouvant assurer la ventilation continue minimale nécessaire pour maitriser le degré hydrométrique. De la même façon, un petit appareil de chauffage qui fonctionne presque sans arrêt par temps froid est plus efficace qu'un appareil de trop grande taille qui arrête et repart fréquemment.

Veiller à ce que les ventilateurs et les appareils de chauffage n'entrent pas en concurrence. Un simple thermostat de couplage empêche le fonctionnement du système de chauffage lorsque la ventilation dépasse le taux minimal. Un tel dispositif pourrait vous faire économiser 30 % du coût de chauffage.

Envisager l'utilisation d'échangeurs de chaleur. La récupération de la chaleur du lait et de l'air de ventilation pourrait constituer un bon investissement. Il faut cependant choisir le matériel avec soin, car certains systèmes demandent beaucoup d'entretien.

Considérer l'installation d'appareils électriques pour la préparation et la distribution des aliments. Les moteurs électriques constituent une source d'énergie plus efficace qu'un tracteur pour la préparation et la distribution des aliments du bétail.

Surveiller votre consommation de pointe. Si votre exploitation est branchée à un indicateur de pointe, vous pouvez économiser de l'argent en choisissant du matériel efficace et en utilisant des dispositifs de contrôle simples.

Vous devez aussi veiller à ce que vos appareils ne consomment pas tous de l'électricité en même temps.

Conserver les éléments nutritifs du fumier. La réduction des frais d'engrais compensera pour le coût d'installation d'un bon système de stockage et de traitement du fumier.



Fig. 7.2 Chauffage d'appoint pour les porcelets



Fig. 7.1 Les installations de conditionnement d'ambiance des batiments d'élevage exigent de l'énergie



Fig. 7.3 Les bovins de boucherie n'ont pas besoin de locaux chauffés

7.1 UTILISATION DE L'ÉNERGIE POUR AMÉLIORER LA PRODUCTIVITÉ DU BÉTAIL

L'énergie est l'un des facteurs essentiels à la production efficace de viande, de lait et d'oeufs dans les exploitations canadiennes. Les principales raisons qui justifient l'utilisation d'énergie pour chauffer et ventiler les bâtiments d'élevage sont l'amélioration de l'indice de consommation et de la santé des animaux.

Cependant, ce ne sont pas toutes les espèces de bétail qui exigent un milieu ambiant chaud. Par exemple, à la figure 7.4, on présente la vaste gamme de températures acceptables pour les bovins laitiers. Entre les températures de -10°C et 22°C, les vaches Holstein donnent leur plein rendement laitier pourvu qu'il n'y ait pas de courants d'air et que l'humidité soit maintenue à un niveau confortable. Cela explique la tendance croissante à construire des étables froides à logettes à ventilation naturelle (voir la section 7.5). Les bovins à viande les moutons et les truies taries peuvent aussi tolérer un grand écart de températures sans subir d'effets néfastes (fig. 7.5).

En revanche, la température influe fortement sur le taux de croissance et l'indice de consommation des porcs. La diminution des frais d'alimentation compense amplement pour l'argent investi dans la construction de bâtiments bien isolés et pourvus d'un système automatique de conditionnement de l'ambiance, comme l'illustre l'exemple suivant.

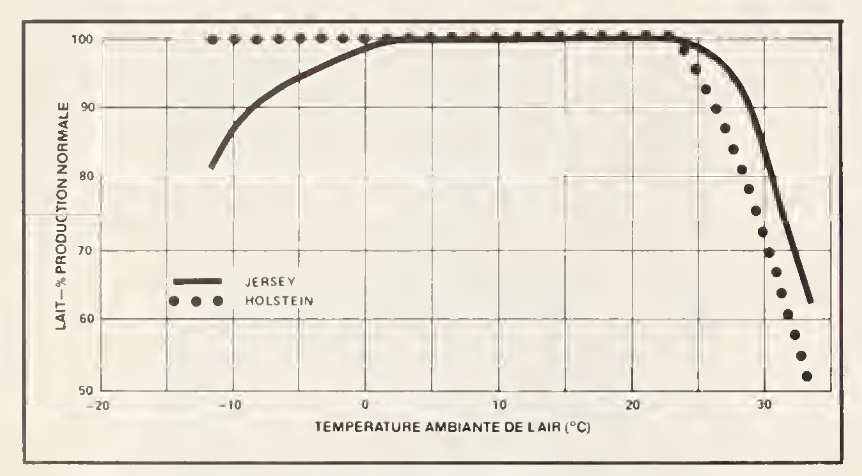


Fig. 7.4 Influence de la température ambiante sur la production de lait des vaches Jersey ou Holstein

EXEMPLE

Un grand nombre d'agriculteurs doivent décider du sort de vieilles étables à deux étages désaffectées. Ils sont souvent tentés de les transformer en locaux de finition du porc. Dans de nombreux cas, cette décision peut s'avérer mauvaise, car, dans un tel bâtiment, on ne pourra créer les conditions d'ambiance optimale compatible avec une efficacité alimentaire maximale.

Types d'animaux	Limites de température recommandées, °C		Limites d'humidité relative recommandées	
	Min.	Max.	Min.	Max.
Bovins laitiers				
vaches	-5	25	25	75
veaux (moins de 6 semaines)	10	27	25	75
veaux (moins de 6 semaines, locaux exempts de courants d'air)	-18	27		
Bovins à viande	-18	21	25	75
Moutons et chèvres	-18	27	50	75
Porcs				
porcs de reproduction	5	20	50	75
porcelets	20	30	50	75
porcs de finition	15	20	50	75
Volaille				
poussins (1 semaine)	30	35	50	75
poules	10	30	50	75
dindons	10	20	50	75
Lapins	-5	30	50	75
Chevaux	-5	30	25	75

Fig. 7.5 Limites de température et d'humidité recommandées à l'intérieur des bâtiments d'élevage fermés

Poids vif moyen	Gain moyen quotidien, kg/(porc-jour). à une température moyen ambiante de						
kg	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C
45		0,63	0,71	0,87	0,90	0,73	0,40
68	0,58	0,67	0,79	0,95	0,87	0,64	0,22
91	0,55	0,72	0,85	0,99	0,84	0,55	0,03
113	0,52	0,76	0,92	0,96	0,78	0,45	-0,15
136	0,50	0,80	1,00	0,95	0,72	0,35	-0,36
159	0,47	0,86	1,05	0,93	0,67	0,26	-0,55

Fig. 7.6 Effet de la température ambiante sur le taux de croissance des porcs *(référence no 1).*

Poids vif	Indice de consommation, kg d'aliments du bétail/kg de kg gain, à une température ambiante de						
kg	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C
32 à 65	4,8	4,4	3,7	2,8	2,6	5,5	7,8
75 à 118	10,0	5,1	3,7	4,0	4,2	9,0	

Fig. 7.7 Effet de la température ambiante sur l'indice de consommation chez le porc *(référence no 1)*

POUR EN SAVOIR PLUS:

1) **Elevage des porcs en claustration.** Publication no 1451, distribuée par la Direction générale des communications, Agriculture Canada, Ottawa (Ontario) K1A 0C7.

2) **The Influence of Barn Temperature on Swine Production.** Agrifax 717-6, publication distribuée par: Alberta Agriculture, Print Media Branch, 70-113 Street, Edmonton (Alberta). T6H 5T6.

3) **Effects of Winter Cold on Livestock.** Fiche d'information de Canadex no 400.10, distribuée par la Direction générale des communications, Agriculture Canada, Ottawa (Ontario) K1A 0C7.

4) **Planning for Fuel Conservation in Your Broiler House.** Publication distribuée par: Cooperative Extension Service, University of Maryland, College Park, Maryland, 10742.

5) **Stabulation entravée des bovins laitiers.** Publication no 1714, distribuée par la Direction générale des communications, Agriculture Canada, Ottawa (Ontario) K1A 0C6.

6) **Stabulation libre en logettes des bovins laitiers.** Publication no 1715F, distribuée par la Direction générale des communications, Agriculture Canada, Ottawa (Ontario) K1A 0C6.

7) **Builder Boo-Boos.** Brochure distribuée par: Farm Building News, 260 Regency Court, Waukesha, Wisconsin 53186. (4,70 $ US).

Considérons le choix entre une dépense de 20 000 $ pour rénover une étable destinée à loger 250 porcs ou une dépense de 40 000 $ pour construire un nouveau bâtiment ayant la même capacité. Au premier abord, le choix de rénover semble très intéressant, mais il comporte de sérieux inconvénients. Par exemple:

1) il faudra une main-d'oeuvre plus abondante pour distribuer les aliments et ramasser le fumier;

2) il sera probablement difficile d'augmenter la capacité de ce bâtiment;

3) en hiver, les températures seront presque certainement plus basses ou les coûts de chauffage plus élevés.

À partir des données des figures 7.6 et 7.7, nous pouvons estimer les frais supplémentaires d'alimentation au fur et à mesure que les températures du bâtiment s'abaissent sous le niveau optimal. Supposons que la température du bâtiment transformé atteigne 10°C pendant 100 jours chaque hiver. Pour les porcs pesant de 32 à 65 kg, l'indice de consommation a 10°C est de 4,4 kg d'aliments par kilogramme de gain de poids, en regard de 2,6 kg d'aliments par kilogramme de gain à 25°C, soit une perte de 1,8 kg d'aliments du bétail par kilogramme de gain. Si les porcs engraissent de 0,63 kg par jour, la quantité supplémentaire d'aliments consommés = (250 porcs x 0,63 kg de gain/jour x 1,8 kg d'aliments du bétail/kg de gain x 100 jours) = 28 350 kg.

Si le coût des aliments du bétail est de 250 $/t, les frais supplémentaires d'alimentation dans le bâtiment rénové = (28 350 kg x 0,25 $/kg) = 7 088 $/année.

En outre, le taux de croissance inférieur se traduira par une régression du nombre de porcs mis au marché par année.

ANALYSE ÉCONOMIQUE

Période de récupération des coûts supplémentaires d'un nouveau bâtiment. Dans l'exemple en question, le coût supplémentaire de la construction d'une porcherie moderne bien isolée serait entièrement amorti par la diminution des frais d'alimentation dans l'espace de:

(20 000 $/7 088 $) = 2,8 années.

Marge d'autofinancement. Dans la présente analyse (fig. 7.9), nous présumons que la construction du bâtiment est financée à l'aide d'un emprunt de 10 ans à un taux d'intérêt de 12,5 % et que l'exploitation est sujette à un taux d'imposition le plus élevé de 25 %.

Conclusion. Dans ce cas, la construction d'un nouveau bâtiment constitue un meilleur investissement que la rénovation du bâtiment existant. Le coût supplémentaire de 20 000 $ en frais de construction sera entièrement compensé en moins de 3 ans par la réduction des frais d'alimentation. La marge nette d'autofinancement (après imposition) dans le cas de la construction d'un nouveau bâtiment sera supérieure d'environ 2 500 $ à celle dans le cas de la rénovation d'un batiment existant, en supposant que l'exploitant finance les frais de construction de 20 000 $ au moyen d'un emprunt de 10 ans.

Une meilleure façon de recycler les vieux bâtiments est d'y loger les truies taries.



Fig. 7.8 Les porcs exigent des locaux chauffés pour atteindre une efficacité alimentaire maximale.

Coût en capital	20000 $	Revenu, 1ère année	7088 $
Frais de démarrage déductibles	0 $	Augmentation du revenu par année (%)	0.0
Entrées (prévus), 1ère année	0 $	Terme de l'emprunt (années)	10
Augmentation annuelle des entrées	0,0	Taux d'intérêt sur l'emprunt (%)	10,50
Taux d'imposition (%)	25	Emprunt (1=amort., 2=déc.)	1
Taux général de l'inflation	0	Nombre de paiements par année	1
A.C.C. 1ère année (%)	2,5	Portée de l'étude (1=exploitation entière, 2=partie de l'exploitation)	2
A.C.C. 2ème année (%)	5,0	Durée de l'étude en années	10
A.C.C. autres années (%)	5,0	Année de départ de l'étude	1
Type d'A.C.C. (1=déc., 2=constant)	1	% Versement initial	0 $

Année	Entrées	Revenu	Capital	Intérêt	Impôt	Marge d'autofinancement	M.A. totale	A.C.C.
1	0,00	7088,00	1112,44	2500,00	1022,00	2453,56	2453,56 $	500,00
2	0,00	7088,00	1251,49	2360,95	938,01	2537,55	4991,11 $	975,00
3	0,00	7088,00	1407,93	2204,51	989,31	2485,26	7477,37 $	926,25
4	0,00	7088,00	1583,92	2028,52	1044,89	2430,68	9908,05 $	879,94
5	0,00	7088,00	1781,91	1830,53	1105,38	2370,18	12278,23 $	835,94
6	0,00	7088,00	2004,65	1607,79	1171,52	2304,05	14582,28 $	794,14
7	0,00	7088,00	2255,23	1357,21	1244,09	2231,48	16813,75 $	754,44
8	0,00	7088,00	2537,13	1075,31	1323,99	2151,57	18965,32 $	716,71
9	0,00	7088,00	2854,27	758,17	1412,24	2063,33	21028,65 $	680,88
10	0,00	7088,00	3211,05	401,38	1509,95	1965,62	22994,27 $	646,83

Fin du passage-machine — Marge d'autofinancement totale (valeur actuelle) 22994,27 $

MARGE D'AUTOFINANCEMENT ($): 3000, 2000, 1000, 0 — ANNÉE: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Fig. 7.9 Analyse de la marge d'autofinancement dans le cas de la construction d'une nouvelle porcherie d'engraissement en regard de la rénovation de bâtiments existants.

7.2 PLANIFICATION D'UN BÂTIMENT D'ÉLEVAGE À FAIBLE CONSOMMATION D'ÉNERGIE

Le bétail dégage presque suffisamment de chaleur pour maintenir un bâtiment d'élevage bien isolé, à la température minimale souhaitée, même par temps froid. Le besoin de chauffage auxiliaire se fait sentir selon le climat, le type de bétail, la densité de stabulation, le degré d'isolation et le système de ventilation.

Les exemples suivants de pertes et de gains de chaleur dans deux porcheries analogues illustrent l'importance d'une bonne isolation.

Comparaison des deux porcheries. Les deux porcheries de 12 m x 27 m logent chacune 500 sujets en croissance/finition, pesant en moyenne 57 kg. On souhaite maintenir une température intérieure de 15°C et un degré d'humidité relative de 75 %. La température-type extérieure est de -18°C. (Cette valeur varie d'un point à l'autre du pays).

Niveaux d'isolation. Les murs et le plafond du bâtiment no 1 (fig. 7.10) sont pourvus d'isolant en nattes de RSI 1.4, mais la fondation n'est pas calorifugée. Dans le cas du bâtiment no 2 (fig. 7.11), le plafond est garni d'un matériau de RSI 4.9, les murs d'un matériau de RSI 3.5 et la fondation, d'un isolant rigide de RSI 1.4.

Comparaison des bilans thermiques des bâtiments. Le bâtiment no 1 accuse un déficit thermique à une température interne de 15°C. La chaleur dégagée par les porcs est de 58 600 watts (W), alors que les pertes de chaleur par ventilation et par conduction égalent 64 506 watts. Le maintien d'une température de 15°C et d'une ventilation suffisante pour maîtriser le degré d'humidité nécessitera un chauffage d'appoint de (64 506 W - 58 600 W) = 5 906 W. Si l'on chauffe à l'électricité au coût de 5 c./kWh, le coût quotidien de chauffage de ce bâtiment lorsque la température extérieure moyenne est de -18°C sera de:

(5 906 W) x (1 kW/1 000 W) x (0,05 $/kW) x (24 h/j) = 7,9 $

D'autre part, le bâtiment no 2, qui est mieux isolé, n'exige aucun chauffage d'appoint. En fait, l'apport calorifique total des animaux (58 600 W) est supérieur aux pertes calorifiques totales (55 567 W). La température sera donc légèrement plus élevée dans ce bâtiment où la vitesse de circulation de l'air sera augmentée.

Autres avantages. Le degré hygrométrique sera beaucoup plus bas dans le bâtiment no 2 que dans le bâtiment no 1, car la meilleure isolation du premier aide à empêcher la condensation à la surface intérieure des murs, du plafond et de la fondation.

Les régions où il est nécessaire de chauffer. Comme le révèle le présent exemple, grâce à une bonne isolation et à la maîtrise de la ventilation, l'exploitant peut économiser de l'énergie en utilisant de façon efficace la chaleur dégagée par le bétail. Toutefois, dans les régions plus froides du Canada, il est habituellement nécessaire de chauffer en hiver, surtout dans les porcheries de maternité et de sevrage, et les poulaillers. Les échangeurs de chaleur peuvent en outre permettre de réduire de façon appréciable les besoins énergétiques, en recyclant la chaleur de l'air de ventilation (voir la section 7.5).

Pertes de chaleur. Dans un bâtiment, la chaleur s'échappe par les fissures, le tour des fenêtres, les portes et les avant-toits. On peut réduire ces pertes en calfeutrant, en posant des coupes-bise et en prenant soin de bien installer le pare-vapeur.

Fenêtres. La plupart des nouveaux poulaillers et des nouvelles porcheries sont dépourvus de fenêtres, car le verre a une faible valeur isolante et exige beaucoup d'entretien. Toutefois, il est nécessaire d'en poser, elles auront de préférence un vitrage double.

POUR EN SAVOIR PLUS:

1) **Environmental Control For Reducing Energy Waste In Farm Buildings.** Publication distribuée par: Energy Conservation Dept., Ontario Hydro, 700 University Ave., Toronto (Ontario) M5G 1X6.
2) **Isolation thermique des bâtiments agricoles.** Publication no 1601, distribuée par la Direction générale des communications, Agriculture Canada, Ottawa (Ontario) K1A 0C7.
3) **Insulation For Farm Buildings.** Factsheet no 80-011, publication distribuée par le ministere de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario, Information Branch, Legislative Buildings, Toronto (Ontario) M7A 1A5.
4) **Les Services des plans du Canada** prépare des plans détaillés de bâtiments d'élevage modernes. Vous pouvez vous procurer des plans qui conviennent à votre région climatique en vous adressant à l'ingénieur en génie rural provincial ou au vulgarisateur de votre région.

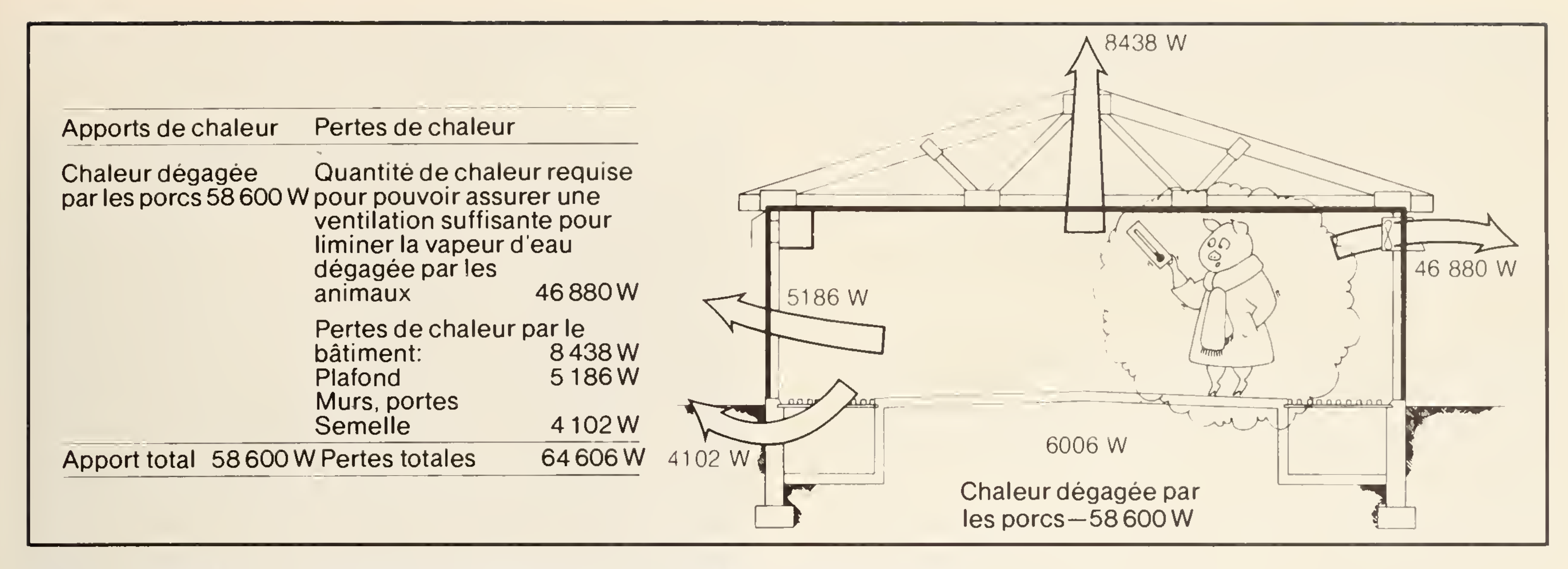


Fig. 7.10 Bâtiment no 1—Isolation insuffisante, bilan thermique négatif *(référence no 1 de la section 7.2)*

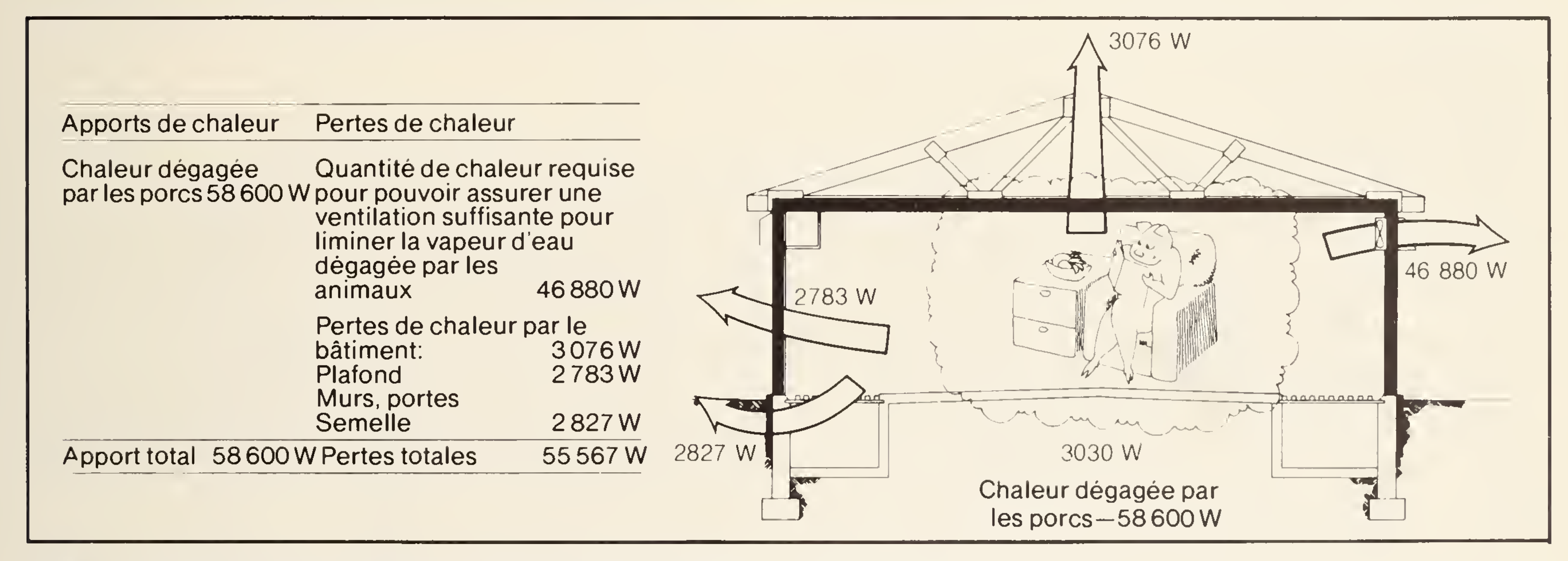


Fig. 7.11 Bâtiment no 2—Isolation suffisante, bilan thermique positif *(référence no 1 de la section 7.2)*

7.3 UTILISATION EFFICACE DU SYSTÈME DE VENTILATION

Les porcheries et les poulaillers modernes, clos, sont conçus pour procurer des conditions d'ambiance qui favorisent le rendement optimal du bétail. Cependant, les agriculteurs sont souvent insatisfaits des conditions d'ambiance ou des coûts de chauffage excessifs de ces bâtiments.

À l'issue de discussions avec des agriculteurs, des ingénieurs en génie rural et des fournisseurs de matériel, on peut énumérer maintes raisons qui peuvent expliquer la piètre performance d'un bâtiment d'élevage clos. Voici quelques façons de faire valoir votre investissement dans un bâtiment de ce genre:

1) S'assurer de connaître parfaitement les modalités de fonctionnement des systèmes de ventilation et de chauffage. Retenir les réglages de thermostats et les ouvertures des entrées d'air recommandés pour toutes les conditions climatologiques. Ne pas s'attendre à ce que les systèmes de régulation soient entièrement automatiques: l'opérateur doit sans cesse faire de petits rajustements. Demander à l'entrepreneur ou au fournisseur de matériel de vérifier le système (et votre façon de l'utiliser) au moins une fois après que le bâtiment est en exploitation.

2) Tenir le bâtiment bien rempli. Cela s'impose, surtout par temps froid, car le bétail contribue à réchauffer le bâtiment.

3) Vérifier les thermostats. Acheter un bon thermomètre et l'utiliser pour étalonner les thermostats. Essayer en outre de vous procurer un thermomètre à maxima et minima, qui permettra d'enregistrer les fluctuations de la température à l'intérieur du bâtiment en fonction des conditions climatologiques. (fig. 7.12)

4) Éviter la ventilation excessive par temps froid. Les ventilateurs devraient être de différentes tailles et être munis de régulateurs de façon à permettre différents débits de renouvellement de l'air compatibles avec les fluctuations des températures extérieures. Une ventilation continue à faible régime s'impose pour maîtriser le degré d'humidité dans le bâtiment (fig. 7.14).

5) Veiller à ce que le système de chauffage ne fonctionne que lorsque le taux de renouvellement de l'air est tout juste suffisant pour maîtriser l'humidité. Des thermostats mal réglés ou mal étalonnés peuvent entraîner une concurrence entre el chauffage et les ventilateurs, causant ainsi de grandes pertes d'énergie. La ventilation et le chauffage doivent être commandés par le même système de régulation afin d'éviter ce genre de problème. (Voir la section 7.4)

6) Éviter les changements brusques et fréquents de température dans le bâtiment. Des installations de chauffage trop puissantes entraînent des pertes d'énergie et causent un stress chez les animaux en arrêtant et en repartant à intervalles rapprochés. Un système de chauffage plus petit qui fonctionne sans interruption pendant de plus longues périodes consomme moins d'énergie et crée une meilleure ambiance pour les animaux.

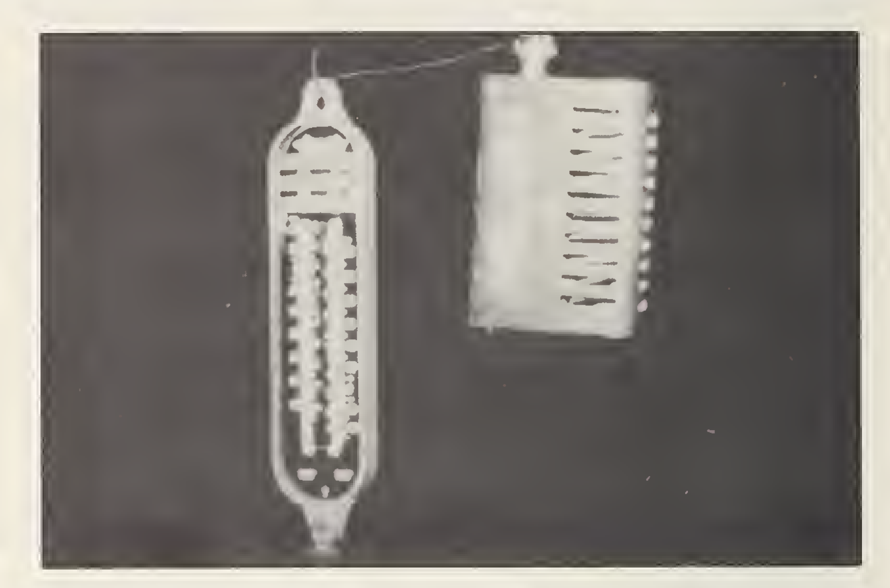


Fig. 7.12 Vérifier régulièrement les thermostats a l'aide d'un bon thermomètre

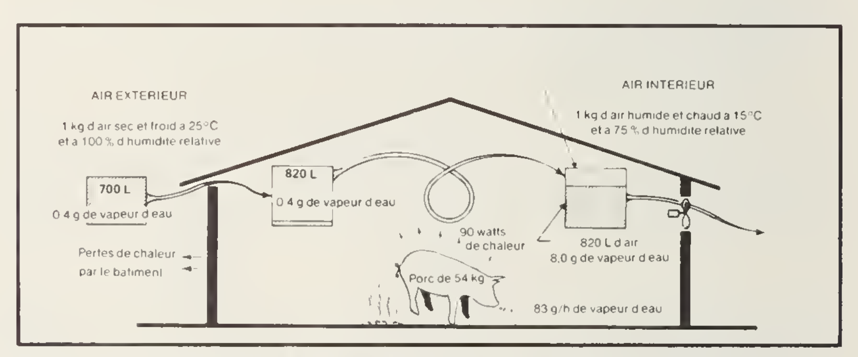


Fig. 7.13 Ventilation nécessaire en hiver pour un porc à l'engrais en atmosphere contrôlée (référence no 1 de la section 7.1)

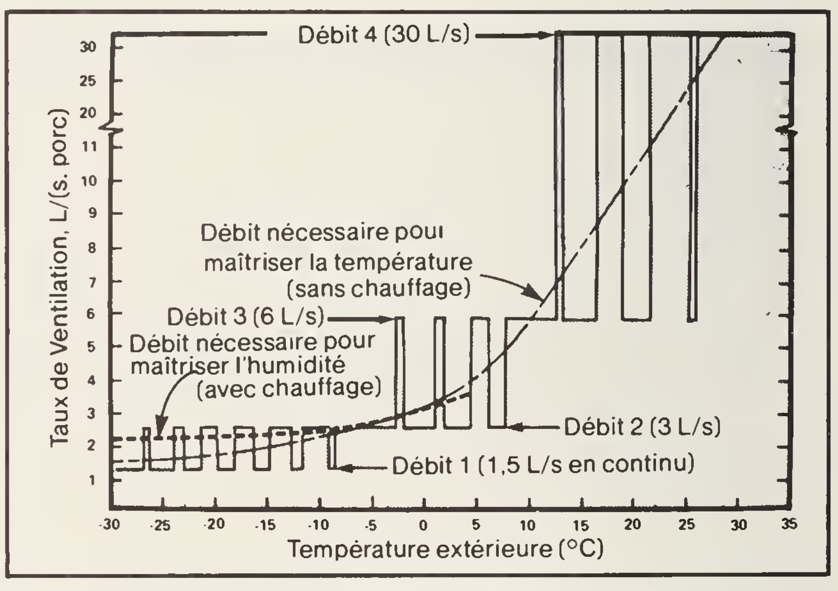
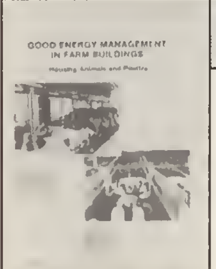


Fig. 7.14 Débits de renouvellement d'air recommandés dans une porcherie *(référence no 1 de la section 7.1)*



POUR EN SAVOIR PLUS:

1) **Good Energy Management In Farm Buildings.** Rapport distribué par l'Institut de recherches techniques et de statistiques, Agriculture Canada, Direction générale de la recherche, Ottawa (Ontario) K1A 0C6

7.4 ÉVITER LA CONCURRENCE ENTRE LES SYSTÈMES DE VENTILATION ET DE CHAUFFAGE

Des essais ont révélé que la plupart des systèmes de ventilation et de chauffage dont sont équipés les bâtiments d'élevage provoquent des pertes d'énergie, en travaillant l'un contre l'autre. Ce défaut peut se corriger facilement: il suffit d'installer un système de régulation intégré qui empêche la mise en route des ventilateurs de grande taille lorsque le système de chauffage fonctionne.

EXEMPLE

Lieu: London (Ontario)

Etable: Étable à veaux isolée de 5,5 m x 10,7 m, logeant 7 veaux mâles et 14 génisses. Le conditionnement de l'ambiance est assuré par un radiateur électrique à air forcé et deux ventilateurs à deux vitesses. Le chauffage et la ventilation ont été commandés en alternance par un système de régulation intégré et par des systèmes de régulation indépendants.

Résultats: Le système de régulation intégré a abaissé de 32 % la consommation d'énergie pour le chauffage, sans que les veaux en subissent des effets néfastes.

Considérations économiques: Le système de régulation intégré a coûté environ 100 $ de plus. En supposant le prix de l'électricité à 0,05 $/kWh et une période de récupération de deux ans, on estime à 50 $ l'économie réalisée annuellement. (N'oubliez pas cependant que l'étable en question est de taille relativement modeste. Dans les bâtiments de plus grande taille, le système intégré peut permettre une économie de plusieurs centaines de dollars par année.)

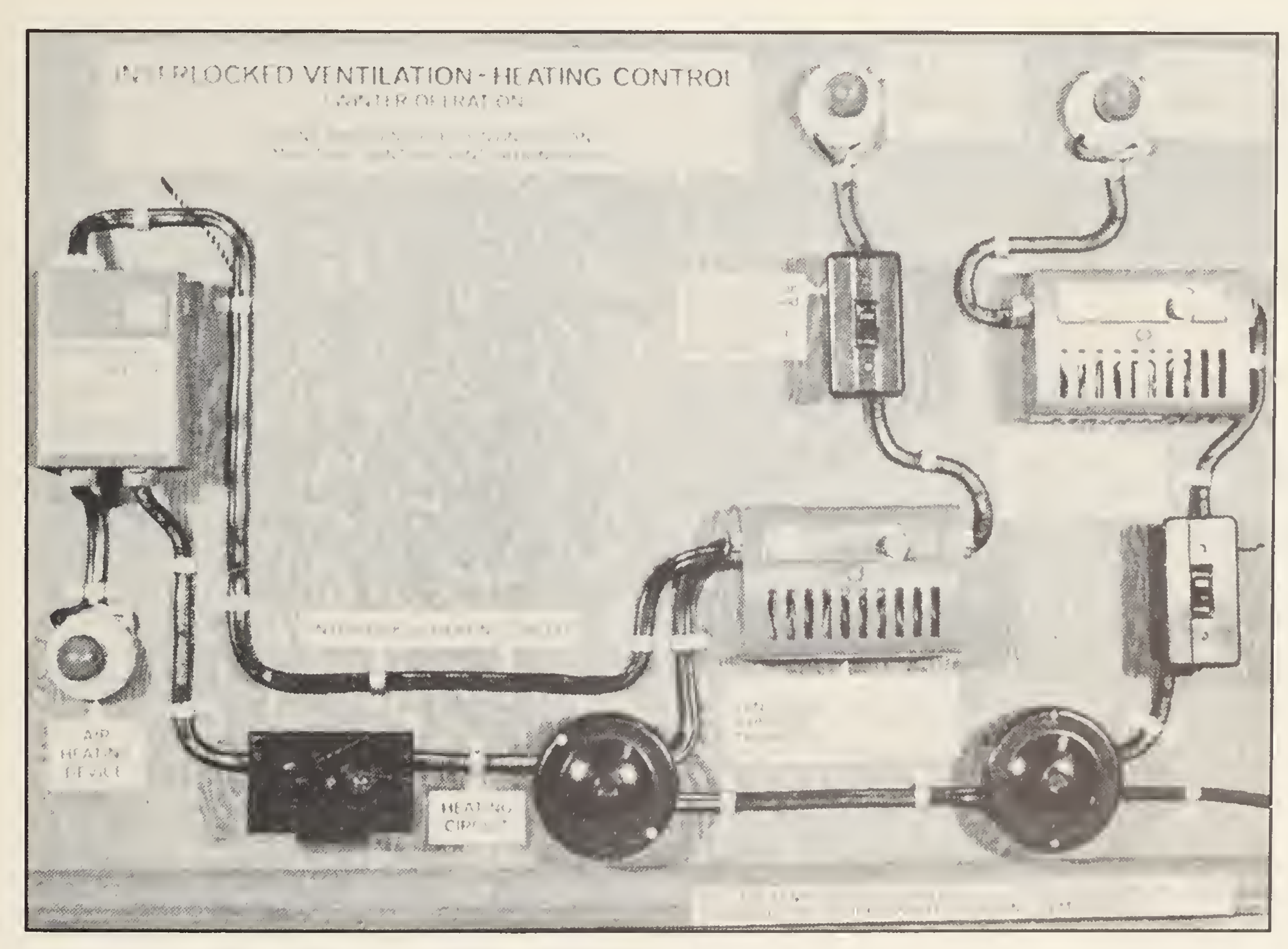
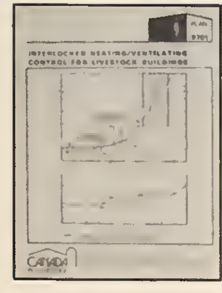


Fig. 7.15 Régulateurs intégrés pour la ventilation et le chauffage
(référence no 1 de la section 7.2)



POUR EN SAVOIR PLUS:

1) **Couplage, contrôle de chauffage et de ventilation pour étables.** Service des plans du Canada, plan no 9701, distribué par les ingénieurs en génie rural ou les vulgarisateurs provinciaux.

2) **Saving Energy By Interlocked Heating/Ventilating Controls In Livestock Barns.** Publication no I-205, distribuée par l'Institut de recherches techniques et de statistiques, Agriculture Canada, Ottawa (Ontario) K1A 0C6.

7.5 LA VENTILATION NATURELLE SUFFIRA-T-ELLE?

La ventilation naturelle en regard de la ventilation mécanique. Dans les premiers bâtiments d'élevage à deux étages construits au Canada, on avait recours à la ventilation naturelle. Ce système exigeait des corrections manuelles fréquentes surtout par temps changeant. La ventilation mécanique automatisée a fait son entrée en scene au cours des années 1960, lorsque les agriculteurs ont adopté les méthodes d'élevage du bétail en claustration, dans des bâtiments spécialisés. Dans la plupart des bâtiments fermés, l'utilisation de ventilateurs électriques réglés par des thermostats constitue la méthode classique de ventilation.

Toutefois, on constate actuellement un regain d'intérêt pour la ventilation naturelle dans certains types de bâtiments d'élevage:

1) **Bâtiments d'élevage froids.** Ces bâtiments, généralement destinés aux bovins laitiers et de boucherie, sont aérés par une circulation d'air naturelle, au moyen de cloisons murales réglables et d'évents en faîtage. L'isolation thermique aide a éviter les condensations sous la toiture.

   À la figure 7.17, on illustre un système simple d'entrée d'air au niveau des murs, système que les anglophones appellent "turkey curtain", puisqu'il a d'abord été utilisé dans les bâtiments à dindons du sud des États-Unis. Ce genre d'installation est maintenant utilisé dans plusieurs étables de bovins à viande en Ontario. L'écran en question est fabriqué d'une matière plastique appelée lumite. Il se vend dans le commerce entièrement équipé de câbles et d'un treuil pour en régler l'ouverture.

   La ventilation naturelle est relativement efficace dans les bâtiments d'élevage froids en autant qu'une personne se charge de régler les admissions d'air au besoin.

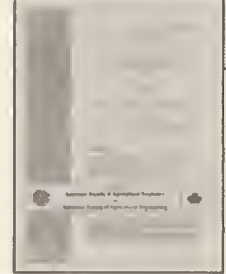
2) **Bâtiments d'élevage chauffés.** Les agriculteurs qui ont été témoins de la piètre performance des porcheries à facade ouverte en hiver au Canada peuvent manifester un scepticisme justifiable a l'égard de la ventilation naturelle. Le critère important à respecter dans la conception d'un système de ventilation naturelle pour les bâtiments d'élevage chauffés est la nécessité d'un réglage automatique des ouvertures en cas de changements brusques des conditions climatologiques. On a adapté les régulateurs automatiques utilisés dans les serres en vue de leur emploi dans les porcheries aérées par ventilation naturelle. Des commandes électriques ou pneumatiques réglées par des thermostats assurent l'ouverture et la fermeture des évents.

Considérations économiques. Un système de ventilation naturelle entièrement automatisé pour les bâtiments d'élevage chauffés coûte autant sinon plus qu'un système comparable de ventilation mécanique. Toutefois, les coûts de fonctionnement sont beaucoup moindres. L'argument voulant que ce type de système soit plus sain pour les animaux et moins bruyant est également invoqué en faveur de son installation.

Dangers. Pour qu'un système de ventilation naturelle soit efficace, il doit avoir été conçu avec soin et être bien utilisé. Les techniques de régulation évoluent très rapidement. Il faudrait s'enquérir du succès d'installations existantes avant d'adopter ce système.



Fig. 7.16 Étable à bovins de boucherie froide



POUR EN SAVOIR PLUS:

1) **A Swine Finishing Barn With Automatically Controlled Natural Ventilation.** Rapport distribué par le ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario, Stratford (Ontario) N5A 5W2.

2) **Natural Ventilation Of Swine Buildings: Alberta Observations.** Rapport distribué par: Alberta Agriculture, 4920-51 Street, Red Deer (Alberta) T4N 6K8.

3) **Is Natural Ventilation The Answer For Manitoba's Swine Farms?** Document distribué par: Manitoba Agriculture, Engineering Section, 911-401 York Ave., Winnipeg (Manitoba). R3C 0V8.

4) **Turkey Curtain For Cold Confinement Ventilation.** Factsheet no 81-059, publication distribuée par le ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario, Information Branch, Legislative Buildings, Toronto (Ontario) M7A 1A5.

5) **Natural Ventilation of Hog Barn.** Pilot Projects Summary no 050, document distribué par: Nova Scotia Dept. of Mines and Energy, P.O. Box 668, Halifax (Nouvelle-Ecosse) B3J 2T3.

Fig. 7.17 Réglage de l'ouverture d'un écran d'aération du type "turkey curtain"



Fig. 7.18 Cloisons murales réglables d'un système de ventilation naturelle

7.6 ÉCHANGEURS DE CHALEUR—RECYCLAGE DE L'ENERGIE

Des occasions de récupérer et de réutiliser l'énergie calorifique se présentent dans les bâtiments d'élevage a ventilation mécanique et dans les systèmes de réfrigération utilisés pour le refroidissement du lait.

RÉCUPÉRATION DE LA CHALEUR DE L'AIR DE VENTILATION

Au cours de l'hiver, 85 % des pertes calorifiques d'un bâtiment d'elevage isolé se font par le système de ventilation. Si la vitesse de circulation de l'air s'abaisse à un niveau inférieur au débit minimal recommandé, l'ambiance deviendra trop humide, entraînant des problèmes de condensation à l'intérieur du batiment (fig. 7.19). Dans la plupart des régions du Canada, il faut une source de chaleur auxiliaire pour assurer une aération suffisante par temps froid.

Les échangeurs de chaleur peuvent procurer une partie de l'énergie nécessaire en récupérant la chaleur de l'air de ventilation. Les échangeurs de chaleur peuvent être fabriqués à l'aide de divers matériaux et suivant divers plans, mais tous ces dispositifs fonctionnent selon le même principe fondamental. L'air chaud et humide est soufflé à travers une série de tubes ou de plaques, lesquels transmettent la chaleur à l'air d'entrée froid (fig. 7.20).

Avantages. En plus de permettre une économie d'énergie, les échangeurs de chaleur peuvent améliorer l'ambiance de bâtiment d'élevage par le maintien d'une atmosphère plus sèche et plus fraîche.

Problèmes.

1) Dans une atmosphère poussiéreuse, quelques échangeurs de chaleur exigent des nettoyages fréquents pour éviter l'encrassement.

2) Du givre peut se former dans l'échangeur de chaleur si la température des plaques s'abaisse sous 0°C. Ce problème peut être évité en réglant les débits d'air ou en installant un système de dégivrage automatique.

3) L'eau de condensation dégagée par l'installation doit être éliminée pour empêcher l'accumulation de glace à l'extérieur du bâtiment.

4) L'installation d'échangeurs de chaleur dans un bâtiment existant peut modifier la circulation de l'air. Il faut prendre soin d'éviter les courants d'air et d'assurer une bonne distribution de l'air dans tout le bâtiment.

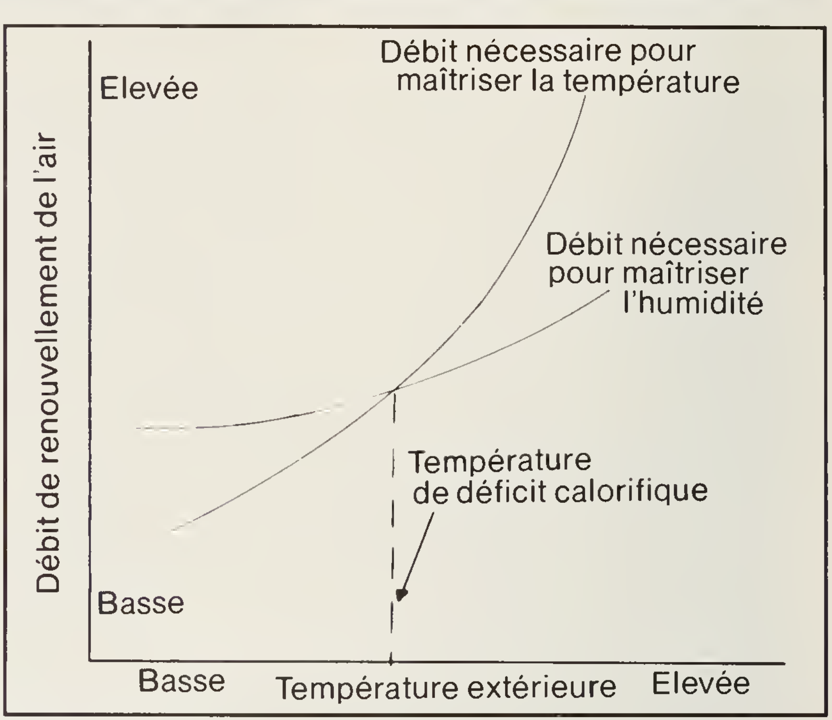


Fig. 7.19 Débit de renouvellement de l'air en fonction de la température de l'air extérieur *(référence no 3)*

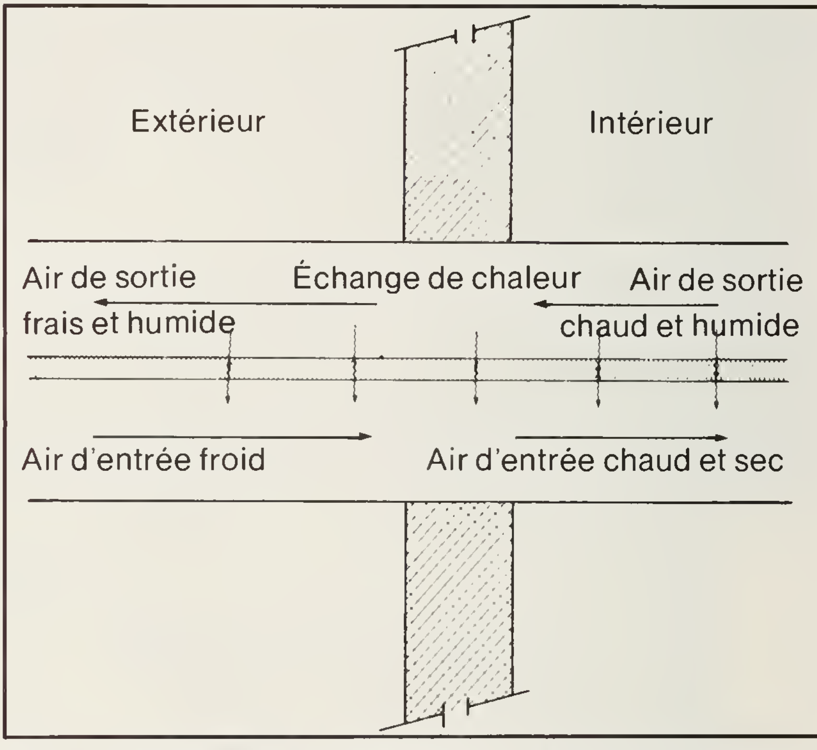
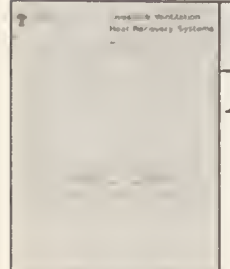


Fig. 7.20 Transmission de chaleur dans un échangeur de chaleur air/air. La chaleur est transmise de l'air de sortie à l'air d'entrée, mais les deux courants d'air ne se mêlent jamais *(référence no 3)*



POUR EN SAVOIR PLUS:

1) **Livestock Ventilation Heat Recovery System.** Publication distribuée par: Family Farm Improvement Branch, Saskatchewan Agriculture, 3085 Albert Street, Regina (Saskatchewan) S4S 0B1.

2) **Reclaiming Ventilation Heat Losses With Heat Exchangers.** Rapport distribué par: Engineering & Home Design Branch, Alberta Agriculture, 7000-113 Street, Edmonton (Alberta) T6H 1A5.

3) **Air To Air Heat Exchangers For Winter Ventilation.** Factsheet no 82-054, publication distribuée par le ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario, Information Branch, Legislative Buildings, Toronto (Ontario) M7A 1A5.

4) **Heat Exchangers: Field Experience for Alberta.** Technical paper, document distribué par: Engineering & Home Design Branch, Alberta Agriculture, 7000-113 Street, Edmonton (Alberta) T6H 1A5.

EXEMPLE

Lieu: Walkerton (Ontario).

Type de bétail. On prévoit qu'un échangeur de chaleur de 1 500 $ réduira les coûts de chauffage de 288 $ la première année, en supposant que le chauffage électrique coûte 4 c./kWh. Les coûts de fonctionnement et d'entretien devraient être de 50 $/année. Calculons la période de récupération et la marge d'autofinancement, en posant une durée de vie de 10 ans, un emprunt de 3 ans à 12,5 % d'intérêt et un taux d'imposition marginal de 25 %.

Période de récupération (coût en capital/économie nette la première année) = (1 500 $)/(288 $ - 50 $) = 6,3 années.

Marge d'autofinancement. (Voir fig. 7.21).

Conclusion. Le coût de l'échangeur de chaleur sera compensé par les économies d'énergie réalisées en 6,3 années. Il faut aussi prendre en considération l'amélioration de l'ambiance du bâtiment.

Coût en capital	1500$	Revenu, 1ère année	288$
Frais de démarrage déductibles	0$	Augmentation du revenu par année (%)	8,0
Entrées (prévus), 1ere année	50$	Terme de l'emprunt (années)	3
Augmentation annuelle des entrées (%)	8,0	Taux d'intérêt sur l'emprunt	12,50
Taux d'imposition (%)	25	Emprunt (1=amort., 2=déc.)	1
Taux général de l'inflation	8	Nombre de paiements par année	1
A.C.C. 1ère année (%)	25,0	Portée de l'étude (1=exploitation entière, 2=partie de l'exploitation)	2
A.C.C. 2ème année (%)	50,0	Durée de l'étude en années	10
A.C.C. autres années (%)	25,0	Année de départ de l'étude	1
Type d'A.C.C. (1=déc., 2=constant)	2	% Versement initial	0$

Année	Entrées	Revenu	Capital	Intérêt	Impôt	Marge d'autofinancement	M.A. totale	A.C.C.
1	50,00	288,00	442,40	187,50	-81,13	-130,77	-310,77 $	375,00
2	54,00	311,04	497,70	132,20	-156,29	-216,57	-527,34 $	750,00
3	58,32	335,92	559,91	69,99	-41,85	-310,45	837,78 $	375,00
4	62,99	362,80	0,00	0,00	74,95	$224,86	-612,93 $	0,00
5	68,02	391,82	0,00	0,00	80,95	242,84	-370,08 $	0,00
6	73,47	423,17	0,00	0,00	87,43	262,28	-107,80 $	0,00
7	79,34	457,02	0,00	0,00	94,42	283,26	-175,45 $	0,00
8	85,69	493,58	0,00	0,00	101,97	305,92	481,37 $	0,00
9	92,55	533,07	0,00	0,00	110,13	330,39	811,76 $	0,00
10	99,95	575,71	0,00	0,00	118,94	356,82	1168,59 $	0,00

Fin du passage-machine   Marge d'autofinancement totale (valeur actuelle) 472,05 $

MARGE D'AUTOFINANCEMENT ($)
1000
0
-1000
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
ANNÉE

Fig. 7.21 Analyse de la marge d'autofinancement: installation d'un échangeur de chaleur dans un bâtiment d'élevage—1 500 $—emprunt de 3 ans.

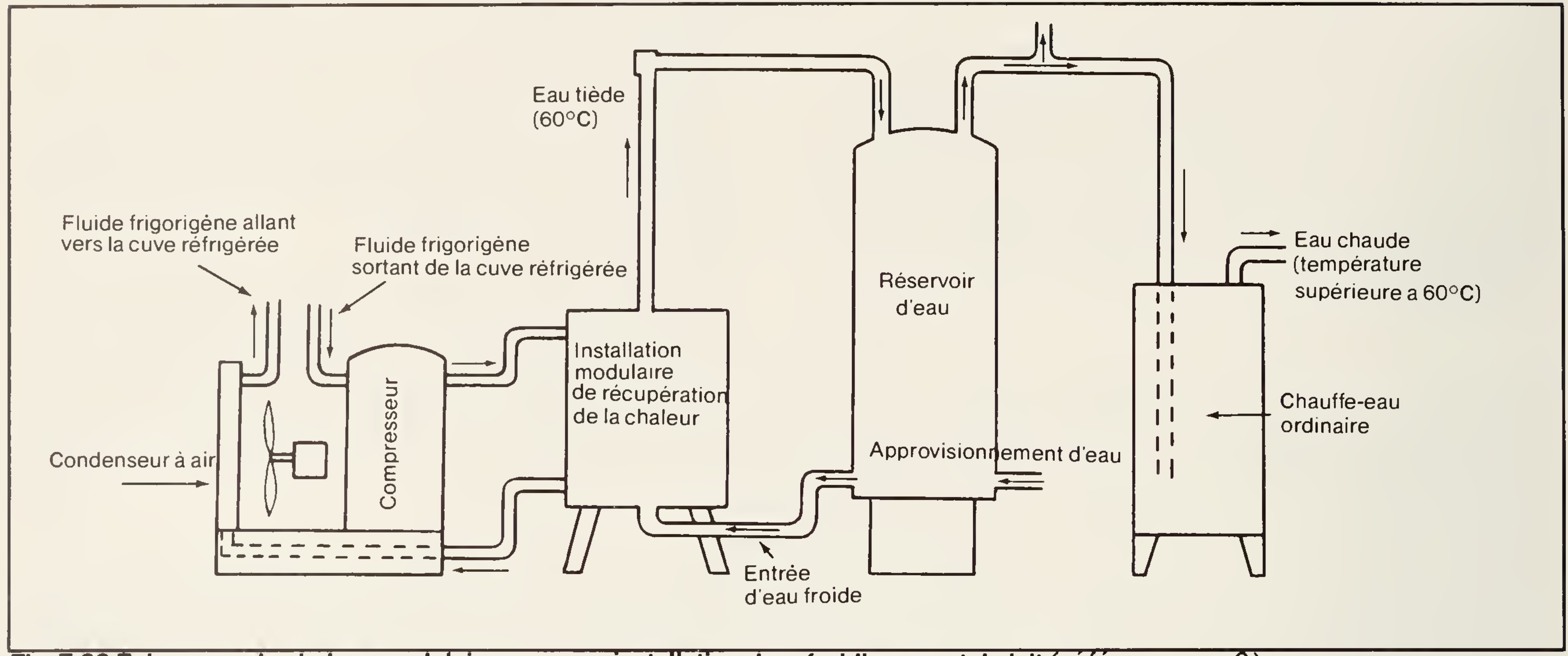


Fig. 7.22 Échangeur de chaleur modulaire pour une installation de refroidissement du lait *(référence no 2)*

Le matériel de réfrigération du lait est une source d'énergie "gratuite" qui peut servir au chauffage de l'eau dans une exploitation laitière. Les fournisseurs de matériel laitier vendent divers types de récupérateurs de chaleur commerciaux. À la figure 7.22, on présente un schéma de montage type d'une installation modulaire de récupération de la chaleur.

Économies d'énergie. Ainsi que le montrent les données présentées a la figure 7.23, les économies d'énergie rendues possibles grâce a l'utilisation d'un échangeur de chaleur lait-eau sont fonction de la quantité de lait produite et de la quantité d'eau chaude requise.

Analyse économique. Supposons qu'une installation de récupération d'énergie de 1 700 $ est installée dans une laiterie qui produit 1 100 L de lait par jour et utilise 680 L/j d'eau chaude, obtenue par chauffage électrique au coût de 4 c./kWh. Selon la figure 7.23, on prévoit une économie annuelle d'énergie de 6 850 kWh. En posant le coût de l'électricité à 4 c./kWh, les économies réalisées la première année seraient de (0,04 $/kWh x 6 850 kWh) = 274 $.

Le délai de récupération = (coût en capital/économies réalisées la première année) = (1 700 $/274 $) = 6,2 années

Production laitière (L)	Consommation journalière (L)	Économie annuelle (kWh)
500	310	3110
700	430	4360
900	560	5605
1100	680	6850
1300	800	8090
1500	930	9340

Fig. 7.23 Exemples d'économies d'énergie prévues grâce a l'utilisation d'un échangeur de chaleur lait-eau *(référence no 2)*

Marge d'autofinancement. À la figure 7.24, on fait des prévisions sur la marge d'autofinancement pour cet investissement, en supposant un emprunt de 10 ans.

Conclusion. L'installation en question constitue un investissement intéressant pour les exploitations laitières de plus grande taille dont les coûts de chauffage d'eau s'élèvent à plusieurs centaines de dollars par année.

POUR EN SAVOIR PLUS:

1) **Heat Recovery From Milk Cooling Systems.** Factsheet No. 82-065, publication distribuée par le ministère de L'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario, Information Branch, Legislative Buildings, Toronto (Ontario) M7A 1A5.

2) **Analyse Économique des Récupérateurs de Chaleur du lait.** Canadex no. 825.028, distribué par la Direction générale des communications, Agriculture Canada, Ottawa (Ontario) K1A 0C7.

3) **This Tottenham Dairy Farm Produces Hot Water As Well As Milk.** Factsheet no. 1, publication distribuée par: Energy Conservation Dept., Ontario Hydro, 700 University Ave., Toronto (Ontario) M5G 1X6

4) **Energy Recovery From Milk.** Rapport distribué par: Agriculture Energy Centre, ministère de L'Agriculture et de L'Alimentation de l'Ontario, P.O. Box 1030, Guelph (Ontario) N1H 6N1.

5) **Conservation de l'Énergie dans le Domaine Laitier.** Rapport I-354 distribué par L'Institut de recherches techniques et de statistiques, Agriculture Canada, Direction générale de la recherche, Ottawa (Ontario) K1A 0C6.

Coût en capital	1700$		Revenu, 1ère année	274$
Frais de démarrage déductibles	0$		Augmentation du revenu par année (%)	8,0
Entrées (prévus), 1ère annee	0$		Terme de l'emprunt (années)	10
Augmentation annuelle des entrées (%)	0,0		Taux d'intérêt sur l'emprunt	12,50
Taux d'imposition (%)	25		Emprunt (1=amort., 2=déc.)	2
Taux général de l'inflation	7		Nombre de paiements par année	1
A.C.C. 1ère année (%)	25,0		Portée de l'étude (1=exploitation	
A.C.C. 2ème année (%)	50,0		entière, 2=partie de l'exploitation)	2
A.C.C. autres années (%)	25,0		Durée de l'étude en années	10
Type d'A.C.C. (1=déc.,			Année de départ de l'étude	1
2-constant	2		Versement initial	0$

Année	Entrées	Revenu	Capital	Intérêt	Impôt	Marge d'autofinancement	M.A. totale	A.C.C.
1	0,00	274,00	170,00	212,50	-90,88	-17,63	-17,63 $	425,00
2	0,00	295,92	170,00	191,25	-186,33	121,00	103,38 $	850,00
3	0,00	319,59	170,00	170,00	-68,85	48,45	151,82 $	425,00
4	0,00	345,16	170,00	148,75	49,10	-22,69	129,13 $	0,00
5	0,00	372,77	170,00	127,50	61,32	13,96	143,09 $	0,00
6	0,00	402,60	170,00	106,25	74,09	52,26	195,35 $	0,00
7	0,00	434,80	170,00	85,00	87,45	92,35	287,70 $	0,00
8	0,00	469,59	170,00	63,75	101,46	134,38	422,08 $	0,00
9	0,00	507,16	170,00	42,50	116,16	178,49	600,57 $	0,00
10	0,00	547,73	170,00	21,25	131,62	224,86	825,43 $	0,00

Fin du passage-machine   Marge d'autofinancement totale (valeur actuelle) 538,57 $

Fig. 7.24 Analyse de la marge d'autofinancement: installation d'un récupérateur de la chaleur du lait—1 700 $—emprunt de 10 ans

7.7. COÛT ÉNERGÉTIQUE DE LA PRÉPARATION DES ALIMENTS DU BÉTAIL

Les diverses installations de fabrication des aliments du bétail ont des besoins énergétiques très variables. Or, l'un des principaux facteurs à prendre en considération dans le choix d'un système est l'effet des coûts croissants de l'énergie.

À la figure 7.25, on présente une comparaison établie en 1982 entre deux installations courantes pour la préparation des aliments du bétail à la ferme; 1) un broyeur-mélangeur mobile, actionné par la prise de force d'un tracteur et 2) un broyeur-mélangeur à poste fixe, alimenté par un moteur électrique.

On a fait cette comparaison alors que le coût du carburant diesel était de 22 c./L et celui de l'électricté de 3,3 c./kWh. Considérons les répercussions d'un accroissement du coût de l'énergie sur ces deux installations:

1) **Broyeur-mélangeur à actionnement par prise de force.** Si les prix du carburant et des lubrifiants augmentaient de 100 % (passant à 44 c. le litre pour le carburant diesel), le coût de préparation des aliments du bétail augmenterait de **2,37 $/t.** Si l'agriculteur fabrique 500 tonnes d'aliments du bétail par année, ses coûts augmenteraient de (500 t x 2,37 $/t) = **1 185 $.**

2) **Broyeur-mélangeur électrique.** Si le coût de l'électricité augmentait de 100 % (passant à 6,6 c./kWh), le coût de fabrication des aliments du bétail n'afficherait qu'une hausse de **0,29 $/t.** Si l'agriculteur prépare 500 tonnes d'aliments du bétail par année, ses coûts augmenteraient de (500 t x 0,29 $/t) = 145 $.

Conclusion. Si l'on ne considère que le facteur "efficacité énergétique", toutes les fabriques d'aliments du bétail devraient être alimentées a l'électricité. Cependant, un grand nombre d'autres facteurs peuvent déterminer quel type d'installation convient le mieux à une exploitatoin donnée, notamment:

- la puissance des installations électriques de l'exploitation,
- le besoin de mobilité pour la distribution des aliments du bétail,
- les installations existantes de stockage et de manutention,
- la durée limite d'entreposage des aliments humides.

Pour une discussion plus exhaustive sur les différentes installations de fabrication des aliments du bétail, veuillez consulter la publication no 1572F d'Agriculture Canada.

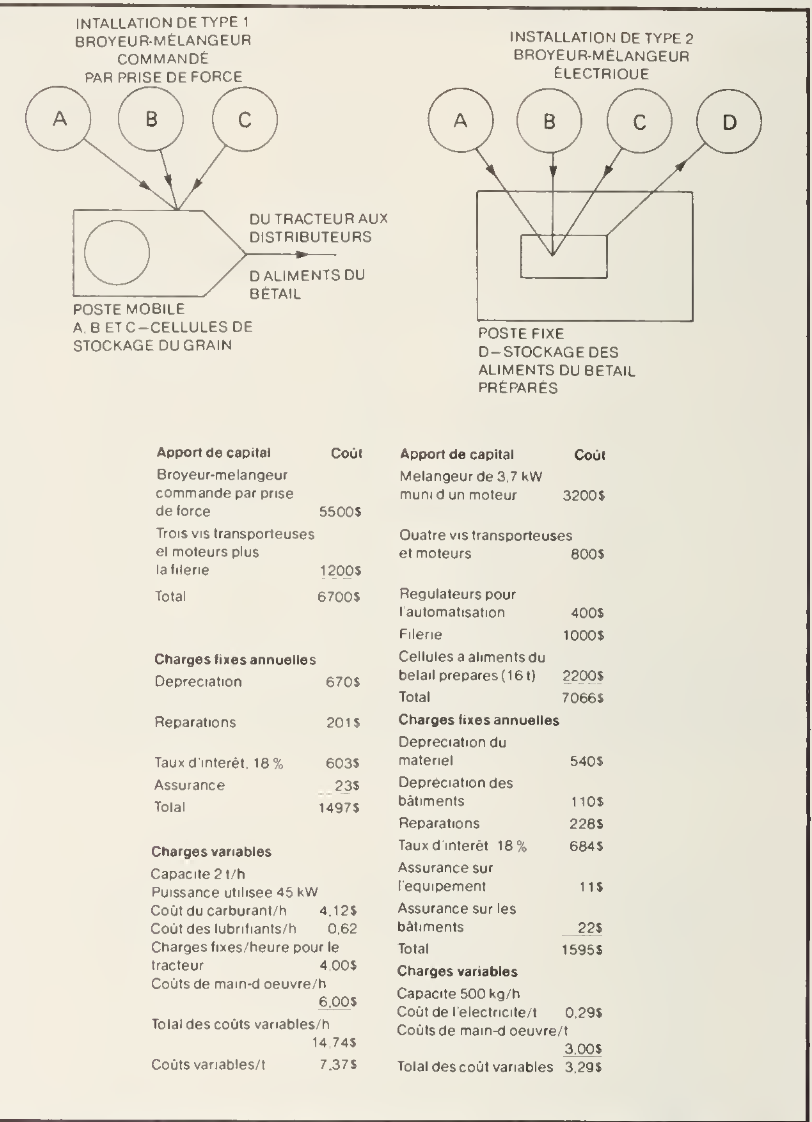


Fig. 7.25 Comparaison des coûts de fabrication des aliments du bétail (référence no 1)

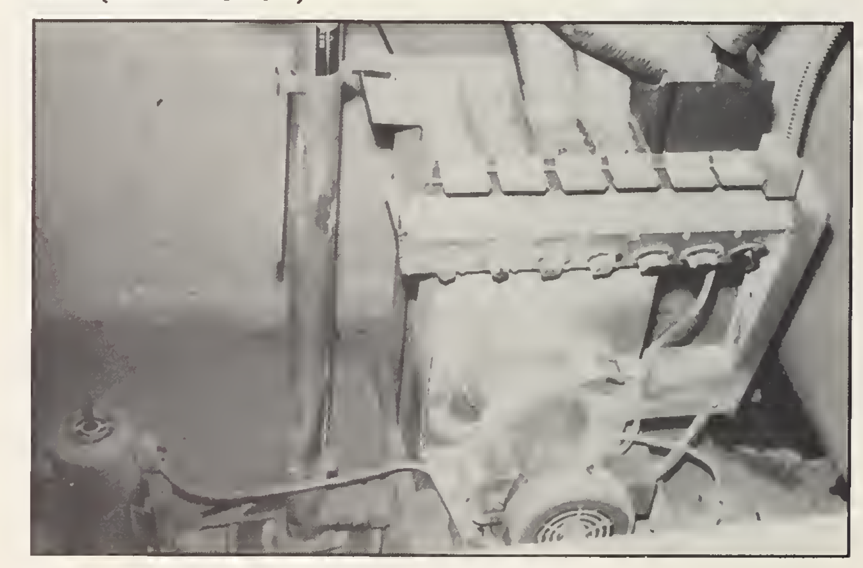


Fig. 7.26 Un broyeur-mélangeur électrique

POUR EN SAVOIR PLUS:

1) **Transformation et manutention des provendes.** Publication no 1572F, distribuée par la Direction générale des communications, Agriculture Canada, Ottawa (Ontario) K1A 0C7.

2) **Feed Mill Energy Consumption.** Rapport distribué par: Co-operative Extension Service, Virginia Polytechnic Institute And State University, Blacksburg, Virginia 24061.

3) **Stationary Blender-Grinders—A Filed Evaluation.** Rapport distribué par: Agricultural Energy Centre, ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario, P.O. Box 1030, Guelph (Ontario) N1H 6N1.

4) **Manutention du grain à la ferme.** Publication no 1713F, distribuée par la Direction générale des communications, Agriculture Canada, Ottawa (Ontario) K1A 0C7.

7.8 MAÎTRISE DE LA DEMANDE D'ÉLECTRICITÉ DANS UNE EXPLOITATION D'ÉLEVAGE

Un agriculteur qui préparait les plans d'une grande porcherie a appris de son électricien que la puissance totale appelée pour le bâtiment permis sur un secteur électrique monophasé est de 75 kW, il lui faudrait installer un secteur électrique tri-phasé, moyennant un coût d'environ 45 000 $.

Après avoir consulté le représentant local des services électriques et l'ingénieur en vulgarisation agricole, l'agriculteur a remodelé le système électrique de façon à réduire la pointe de consommation à 64,4 kW comme le montre le tableau suivant.

Consommation	Plan no 1	Plan no 2
Moteurs du système de distribution des aliments du bétail	14,0 kW	5,1 kW
Moteurs des ventilateurs	46,4 kW	37,7 kW
Moteurs divers	9,3 kW	5,1 kW
Éclairage intérieur	23,7 kW	12,6 kW
Éclairage extérieur	0,9 kW	0,9 kW
Bureau	3,0 kW	3,0 kW
TOTAL	97,3 kW	64,4 kW

Méthodes utilisées pour maîtriser la demande d'électricité.

1) **Systèmes de distribution des aliments du bétail.** Des minuteries ont été installées pour maîtriser le nombre de moteurs du système de distribution des aliments du bétail en marche simultanément. On a ainsi réduit l'appel de puissance de 8.9 kW.

2) **Moteurs des ventilateurs.** En outre, on a diminué la consommation d'électricité de 8,7 kW en munissant 29 ventilateurs du système d'aération de moteurs à grande puissance. Cela a également amené une diminution des coûts d'exploitation de l'ordre de 198,50 $ par mois au cours de l'été. Les moteurs à grande puissance ont coûté chacun 45 $ de plus que les moteurs remplacés, entraînant une dépense supplémentaire de 1 305 $.

3) **Éclairage.** Le premier plan prévoyait 150 lampes à incandescence de 100 W chacune, totalisant 15 kW. En remplaçant ces dernières par des lampes fluorescentes à l'épreuve de l'humidité, on a abaissé la consommation d'électricité pour l'éclairage de 3,9 kW, mais augmenté les coûts d'installation d'environ 3 000 $. Néanmoins, les économies réalisées au poste des frais d'exploitation en feraient un bon investissement même s'il n'était pas nécessaire de maîtriser la demande d'électricité. On estime que les économies annuelles réalisées grâce à l'éclairage à fluorescence se ventileraient comme suit: 169,20 $ attribuables à une réduction de la pointe de consommation, 1 434,96 $ à la baisse de consommation de l'électricité et 420 $ au fait que les tubes ont une durée de vie plus longue que les ampoules à incandescence.

Résumé. Il pourrait être profitable à un grand nombre d'exploitants de maîtriser la demande d'électricité de leur exploitation. Si l'exploitation est branchée à un indicateur de maximum, la diminution de la pointe de consommation permettra des économies d'argent. Les économies réalisées dans l'exploitation étudiée se sont chiffrés à plus de 40 000 $ au poste des coûts en capital et à 2 600 $ par année au poste des coûts d'exploitation.

POUR EN SAVOIR PLUS:

1) Les données présentées dans cet exemple ont été fournies par M. Bill Henley, ministère de l'Agriculture de la Saskatchewan, et par M. Rand Luhning, Saskatchewan Power Corporation.

7.9 UTILISATION OPTIMALE DU FUMIER

On devrait considérer le fumier comme une ressource précieuse plutôt que comme un déchet. Voici quelques conseils sur l'utilisation rentable du fumier.

1) Utiliser un système de stockage qui permette de retenir les liquides du fumier. Les liquides perdus par écoulement ou par infiltration contiennent de précieux éléments nutritifs.

2) Calculer la valeur fertilisante du fumier à partir de tableaux (ou d'analyses en laboratoire, si possible).

3) Économiser au poste des engrais en ajoutant les doses d'épandage de fumier aux données d'analyses du sol.

4) Épandre le fumier uniformément sur le sol encore gelé.

5) Enfouir le fumier dans le sol immédiatement après l'épandage pour réduire les pertes d'azote.

EXEMPLE
Estimer la valeur des éléments fertilisants apportés par le fumier produit en un an par un troupeau de 1 000 porcs en croissance - finition.

Calculs.

1) Selon la figure 7.29, la production annuelle d'éléments nutritifs (dans les déjections liquides et solides) est de:
N = (0,032 x 365 x 1 000) = 11 600 kg
P_2O_5 = (0.018 x 365 x 1000) = 6.270 kg
K_2O = (0.011 x 365 x 1000) = 4,015 kg

2) Aux prix des engrais commerciaux, la valeur **potentielle** du fumier est de·
N = (11 660 kg x 0,70 $/kg) = 8 162 $
P_2O_5 = (6 370 kg x 0,65 $/kg) = 4 076 $
K_2O = (4 015 kg x 0,40 $/kg) = 1 606 $
Total = 13 844 $

3) En supposant que l'on utilise un système de stockage et de traitement du fumier à pertes minimales, le fumier peut avoir conservé au moment de l'épandage environ 90 % de sa teneur initiale en P_2O_5 et en K_2O, et 65 % de sa teneur initiale en N:

N = (8 162 $ x 0,65) = 5 305 $
P_2O_5 = (4 076 $ x 0,90) = 3 668 $
K_2O = (1 606 $ x 0,90) = 1 445 $
Total = 10 418 $



Fig. 7.27 Le fumier est une source précieuse d'engrais.

Mode d'épandage	Type de déjections	Pertes en azote
En pleine surface	Solides	21 %
	Liquides	27%
En pleine surface avec incorporation immédiate	Solides	5 %
	Liquides	5 %
Enfouissement par coutres	Liquides	5 %
Irrigation par coutres	Liquides	30%

Fig. 7.28 Pertes d'azote ammoniacal par volatisation

Autres avantages. En outre, le fumier ameublit le sol et lui fournit des oligo-éléments.



POUR EN SAVOIR PLUS:

1) **Guide canadien d'utilisation des fumiers.** Publication no 1534, distribuée par la Direction générale des communications, Agriculture Canada, Ottawa (Ontario) K1A 0C7.

2) **Experiences With Floating Covers For Cylindrical Concrete Manure Storages.** Rapport no I-229, distribué par l'Institut de recherches techniques et de statistiques, Direction générale de la recherche, Agriculture Canada, Ottawa (Ontario) K1A 0C6.

3) **Engrais organiques.** Publication no 868, distribuée par la Direction générale des communications, Agriculture Canada, Ottawa (Ontario) K1A 0C7.

4) **Management And The Nutrient Value of Manure.** Factsheet no. 380.700-1, publication distribuée par: British Columbia Ministry of Agriculture and Food, Victoria (C.-B.) V8W 2Z7.

5) **S'informer sur les avantages fiscaux.** Environnement Canada encourage l'utlisation de meilleurs sytémes de lutte contre la pollution. Si votre exploitation produisait du bétail avant 1974, vous pourriez être admissible à un amortissement fiscal accéléré (3 ans) sur la fosse à lisier projetée et le matériel connexe. Pour obtenir de plus amples renseignements ainsi que des formulaires de demande, vous adresser à Environnement Canada, Programme d'amortissement accéléré, Ottawa (Ontario) K1A 0H3.

Type d'animaux	Volume de fumier/ animal* (L/jour)	Volume de fumier et de litière/ animal* (L/jour)	Teneur en eau du fumier non dilué (%)	Proportion d'urine dans le fumier (%)	Élements nutritifs/animal** N (g/jour)	P_2O_5 (g/jour)	K_2O (g/jour)
Bovins							
Veaux laitiers ou de boucherie (0 à 3 mois)	5,4						
Veaux laitiers ou de boucherie (3 à 6 mois)	7,1						
Taures laitières ou bovins d'engraissement (6 à 15 mois)	14,2	17,0		35	77	36	91
Taures laitières ou bovins d'engraissement (15 à 24 mois)	21,2	22,6					
Vaches d'élevage de boucherie (545 kg)	28,3	34,0					
Vaches laitières (545 kg)	45,3		87	30	172	82	204
Stabulation libre		56,6					
Stabulation libre en logettes		48,1					
Stabulation entravée		50,9					
Porcs							
20 à 90 kg (8 à 22 semaines)	5,1		91	45	32	18	11
5 à 10 kg (3 à 6 semaines)	1,1						
11 à 20 kg (6 à 9 semaines)	2,3						
21 à 35 kg (9 à 12 semaines)	3,4						
36 à 55 kg (12 à 16 semaines)	5,1						
56 à 80 kg (16 à 20 semaines)	7,4						
81 à 90 kg (20 à 22 semaines)	9,1						
Truies	11,3	13,6					
Poulets				0			
À griller (0 à 1,8 kg)	0,08	0,14	litter-25				
Pondeuses (1,8 kg)	0,14		77		1,45	1,1	0,6
Dindons			75	0			
À griller (0 à 14 semaines)	0,13						
Croissance - dinde lourde (0 à 22 semaines)	0,18						
Croissance - dindon lourd (0 à 24 semaines)	0,28						
Reproducteurs	0,34						
Lapin (lapine et sa portée)	0,71						
Brebis	2,8	4,2	75	50	20	7	17
Chevaux	26,0	56,6	80	20	122	50	91
Vison (femelle et sa portée)	0,20						

*Inspiré du Code canadien des bâtiments de ferme, Comité associé sur le Code national de recherches du Canada, Ottawa.
**Étant donné que la valeur fertilisante des fumiers peut varier en pratique, il est conseillé de faire analyser le fumier en laboratoire.

Fig. 7.29 Caractéristiques du fumier de différentes espèces (valeurs nominales de l'urine et des excréments éliminés) *(référence no 1)*



8 *Énergies renouvelables:* LES POSSIBILITÉS ET LES DANGERS

Les énergies renouvelables peuvent-elles suffire au fonctionnement d'une explotiaton? Oui. Une exploitation agricole moderne pourrait être conçu de manière à être presque autonome en matière d'énergie. Une partie des terres serait dans ce cas nécessaire à la production de cultures énergétiques. L'énergie solaire, l'énergie éolienne et l'énergie provenant de la biomasse pourraient fournir chaleur et électricité à l'exploitation.

Cette solution est-elle économique? Non. Presque toutes les sources d'énergies renouvelables sont plus onéreuses que les formes classiques d'énergie.

Ces sources d'énergie sont-elles fiables? Généralement, non. Les techniques d'application des énergies renouvelables à l'agriculture en sont encore au stade de la recherche et de la mise au point.

L'exploitation agricole de l'avenir se suffira-t-elle sur le plan énergétique? Peut-être, mais ce ne sera pas dans un avenir prochain. Les solutions les plus économiques actuellement sont celles qui ont pour objet la conservation et l'utilisation efficace de l'énergie commerciale. Cependant, quelques applications des énergies renouvelables deviendront peut-être concurrentielles dans les prochaines années.

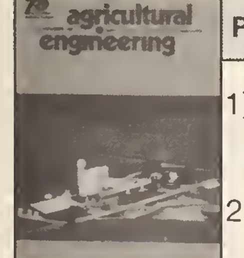
Les cultures énergétiques pourraient-elles devenir des cultures commerciales? Oui. Au lieu d'essayer de suffire à ces besoins d'énergie, l'Agriculteur pourrait approvisionner une industrie locale en matières premières pour la production d'énergie. Cette idée a déjà été mise en application par des usines de distillation qui ont transformé le maïs en éthanol destiné à la fabrication d'alcool-essence ou de "gazohol".

Y a-t-il un dilemne cultures vivrières-culture énergétiques? Oui. Mais, rarement chez les agriculteurs. En effet, ces derniers produisent sans cesse des récoltes supérieures aux besoins du marché. Ils ne seraient que trop heureux de trouver un nouveau débouché pour certains de leurs produits.



Fig. 8.1 Agriculture Canada a commandité plusieurs projets énergétiques à l'échelle de la ferme. Nous apercevons ici une chaudière à paille faisant l'objet d'essais en Nouvelle-Écosse (voir la section 8.5)

Y a-t-il des recherches sur les énergies renouvelables? Oui. Agriculture Canada et d'autres organismes étudient les possibilités de production d'énergie et de substitution de sources d'énergies classiques à la ferme. Notamment, on évalue des cultures spéciales qui pourraient fournir des carburants liquides dans l'avenir. Des travaux sont également en cours pour faire l'essai de digesteurs (fermentation méthanique), de collecteurs solaires, d'éoliennes et de chaudières à paille destinés à des applications à la ferme.



POUR EN SAVOIR PLUS:

1) **The Energy Farm Concept.** Agricultural Engineering. Novembre 1982.

2) **Programme de recherche et de développement sur les carburants liquides du ministère de l'Agriculture du Canada.** Rapport no I-349, distribué par l'Institut de recherches techniques et de statistiques, Agriculture Canada, Ottawa (Ontario) k1A 0C6.

3) **Recherche et développement dans le domaine de la bioénergie.** Publication distribuée par le Conseil national de recherches du Canada, Ottawa (Ontario) K1A 0R6.

4) **Alternatives To Our Present Use Of Fossil Fuels In The Agriculture And Food System.** Rapport no 253, distribué par l'Institut de recherches techniques et de statistiques, Agriculture Canada, Ottawa (Ontario) K1A 0C6.

8.1 ÉNERGIE SOLAIRE

Le propre de l'agriculture est de transformer l'énergie solaire en énergie alimentaire. Les agriculteurs sont très conscients de la puissance et de l'importance de l'énergie solaire.

L'énergie solaire peut-elle remplacer une partie de l'électricité et des combustibles actuellement utilisés dans les exploitations agricoles? La réponse est "oui, à la condition que ce soit rentable".

Suit une évaluation de quelques utilisations possibles de l'énergie solaire à la ferme:

Le chauffage passif des maisons. En perçant les fenêtres du côté sud d'un bâtiment, on profite d'un apport gratuit de chaleur solaire, ce qui contribue à réduire les coûts de chauffage de la maison. Cependant, il ne faut pas ajouter plus de fenêtres qu'il n'est nécessaire pour avoir une bonne vue à l'extérieur, car les déperditions calorifiques par les fenêtres la nuit annulent habituellement les gains de chaleur solaire du jour. Le vitrage des fenêtres doit au moins être double pour empêcher les pertes de chaleur.

Chauffage de l'atelier. Un collecteur solaire passif peut contribuer au chauffage d'un atelier de ferme. Lorsque l'installation est incorporée à la structure originale, le coût supplémentaire est d'environ 15 $ le mètre carré (m^2) de mur. Il s'agit d'un excellent projet pour se familiariser avec le chauffage solaire, à un faible coût.

Capteur solaire "mural" pour le chauffage de l'air de ventilation. L'Université de la Saskatchewan, Agriculture Canada et la maison Ralph G. Winfield & Associates ont mis au point un capteur solaire "mural" pour chauffer l'air de ventilaiton des bâtiments du bétail. Des blocs de béton très lourds servent à emmagasiner la chaleur solaire du jour, destinée à être libérée au cours de la nuit. Les frais de construction supplémentaires sont d'environ 55 $/$m^2$. On prévoit un délai de récupération de 3 à 5 ans dans la plupart des régions.



Fig. 8.2 Un capteur solaire pour le chauffage de l'air de ventilation d'une porcherie.

Chauffage de l'eau. Bien que leur conception semble simple, un grand nombre de chauffe-eau présentent des problèmes de fuites, de corrosion, de gel, de mauvais rendement et de coûts élevés. Vous pouvez vous amuser à bricoler un tel système, mais soyez prêt à l'entourer de soins.

Séchage du grain. De nombreux ouvrages préconisent l'utilisation de l'énergie solaire pour le séchage du grain et pourtant, cette application est peu pratique. Le problème est assez simple: le degré d'ensoleillement est à son plus faible au moment même où on a le plus grand besoin d'énergie pour le séchage du grain. Il faut donc de toute manière acheter un système de séchage classique comme source de chauffage d'appoint.

Production d'électricité. L'une des applications potentielles intéressantes de l'énergie solaire est la production d'électricité par conversion photovoltaïque (fig. 8.3). À l'heure actuelle, cette technique est très onéreuse, mais elle évolue à grands pas. La plupart des spécialistes prévoient que le coût de l'électricité produite à partir de l'énergie solaire continuera à décroître à mesure qu'on augmentera l'efficacité des systèmes.

POUR EN SAVOIR PLUS:

1) **The Sun Book.** Brochure distribuée par: Nova Scotia Department of Mines and Energy, P.O. Box 668, Halifax (Nouvelle-Écosse) B3J 2T3.

2) **Passive Solar Shop Heating.** (Factsheet no 81-069). **Solar Ventilation Wall With Heat Storage** (Factsheet no 82-066). Publications distribuées par le ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario, Information Branch, Legislative Buildings, Toronto (Ontario) M7A 1A5.

3) **Thrombe Wall Solar Colelctor.** Rapport d'ENERDEMO distribué par: Energy Technology Branch, Saskatchewan Energy & Mines, 1914 Hamilton St., Regina (Saskatchewan) S4P 4V4.

4) **Prospects For Solar And Wind Energy Utilization In Alberta.** Publication distribuée par: Resource Information Services, Alberta Energy And Natural Resources, 7th Floor, South Petroleum Plaza, 9915-108 Street, Edmonton (Alberta) T5K 2C9.

5) **An Analysis Of Solar Radiation Data For British Columbia.** Bulletin de la RAB no 14 distribué par: British Columbia Ministry of Environment, Resources Analysis Branch, Victoria (C.-B.).

6) **Turn On The Sun.** Brochure distribuée par le ministère de l'Énergie de l'Ontario, Information Office, 56 Wellesley Street West, Toronto (Ontario) M7A 2B7.

7) **Active Solar Collectors—Are They A Good Investment?** Factsheet Pm-1034, publication distribuée par: Cooperative Extension Services, Iowa State University, Ames, Iowa 50011.

8) **Programme relatif à l'énergie solaire.** Liste des publications distribuée par le Bureau de distribution et de vente des publications, Conseil national de recherches, Édifice M-58, ch. de Montréal, Ottawa (Ontario) K1A 0R6.

9) **"Photovoltaics"—Sunlight To Electricity In One Step.** Publication distribuée par: Brickhouse Publishing Co., 34 Essez St., Andover, Mass., 01810.

10) **Solar Heating For Livestock Buildings.** Publication distribuée par: U-Learn Center, University of Saskatchewan, Saskatoon (Saskatchewan) S7N 0X1.

EXEMPLE—PHOTOVOLTAIQUE

Lieu: Colinton (Alberta)

Application: Des écrans photovoltaïques et un générateur au propane alimentent en électricité une maison de campagne située à 3 km du réseau d'énergie électrique.

Caractéristiques du système.

- 14 écrans photovoltaïques de marque ARCO, puissance combinée de crête = 500 watts.
- 1 générateur au propane (5 kW) de marque ONAN.
- 12 batteries à décharge poussée de marque GOULD
- 1 convertisseur (12 volts CC à 110 volts CA).

Demande. L'éclairage, la télévision, les petits appareils électroménagers et un ordinateur personnel sont tous branchés sur un courant continu de 12 volts. Les gros appareils électroménagers et les outils mécaniques sont alimentés par un courant alternatif de 110 volts. On fait fonctionner le générateur environ 10 heures par mois, soit pendant les périodes de forte consommation ou pendant les périodes prolongées de temps couvert.

Coûts. Le coût en capital du système global = 11 000 $ (1983)

On estime la consommation du propane = 650 L/année.

À 22 c./L, le coût du propane = 143 $/année.

Si l'utilisateur avait plutôt choisi de faire prolonger le secteur d'alimentation de 3 km, cela lui aurait coûté environ 12 000 $ (1983). Les frais de service pour un transformateur de 1,5 kW serait de 9,65 $ par mois, sans compter le coût de l'électricité à 4,6 c./kWh.

On estime la consommation annuelle à 1 200 kWh, la moitié desquels sont fournis par les écrans solaires.

En supposant la même consommation, le coût annuel de l'électricité fournie par le réseau public serait de:

1) électricité: (1 200 kWh x 0,046 $) = 55,20 $

2) frais de service: (9,65 $/m x 12 m) = 115,80 $

Total = 171,00 $/année.

Résumé

1) **Il est impossible de procéder à une comparaison complète sur le plan économique sans disposer de données supplémentaires sur la durée de vie et l'entretien de deux installations.**

2) **La plupart des gens préféreraient probablement payer les 1 000 $ supplémentaires de coûts en captial pour jouir des avantages du réseau public d'électricité.**

3) **Le système en question aurait pu revenir meilleur marché si l'on avait utilisé uniquement le générateur et les batteries (sans écrans solaires).**

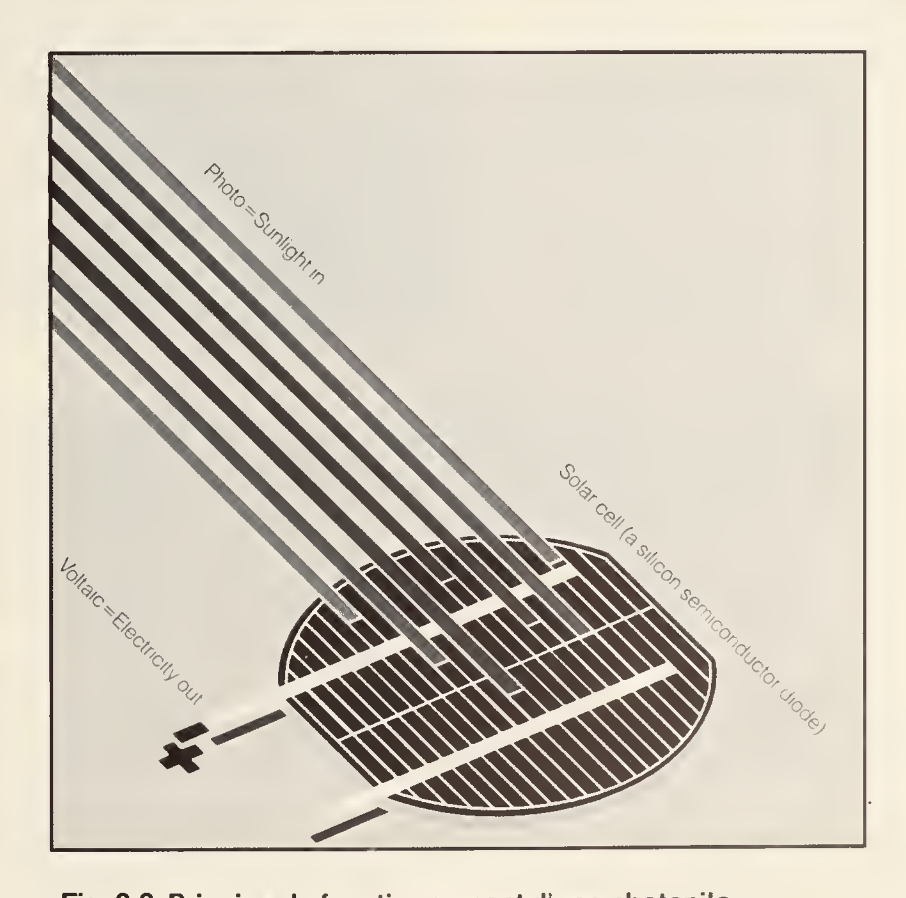


Fig. 8.3 Principe de fonctionnement d'une photopile.



POUR EN SAVOIR PLUS:

1) **ARCO Solar: Electricity From Sunlight.** Publication distribuée par: ARCO, 20554 Plummer St., Chatsworth, California 91311.

2) **Solar Fields Forever.** L'installation en question est décrite plus en détail dans un article paru dans Harrowsmith Magazine, no 51, octobre/novembre 1983.

8.2 ÉNERGIE ÉOLIENNE

La conception de nouvelles éoliennes a ravivé l'intérêt pour l'utilisation du vent comme source d'énergie. À l'heure actuelle, des chercheurs aux quatre coins du monde sont à mettre au point des systèmes complexes de grande taille pour la conversion de l'énergie éolienne, lesquels pourraient devenir une source importante d'énergie dans les régions jouissant d'un bon régime de vent.

Utilisation potentielle de l'énergie éolienne à la ferme. On peut convertir l'énergie éolienne en énergie mécanique ou électrique, aux fins suivantes:

- le pompage de l'eau (pour le bétail, le drainage et l'irrigation)
- le chauffage
- l'éclairage
- la fabrication des aliments du bétail

Toutes ces applications de l'énergie éolienne sont techniquement possibles mais, dans la plupart des cas, ne peuvent concurrencer les sources classiques d'énergie sur le plan économique.

Il y a toutefois des exceptions:

1) Dans les endroits où le coût du raccordement au secteur électrique est prohibitif. C'est le cas par exemple, des puits isolés dans les exploitations d'élevage extensif et des postes de pompage faisant partie des sytèmes de drainage des terres. (En outre, quelques exploitations agricoles situées dans des régions nouvellement colonisées au Canada sont parfois situées loin des réseaux électriques.)

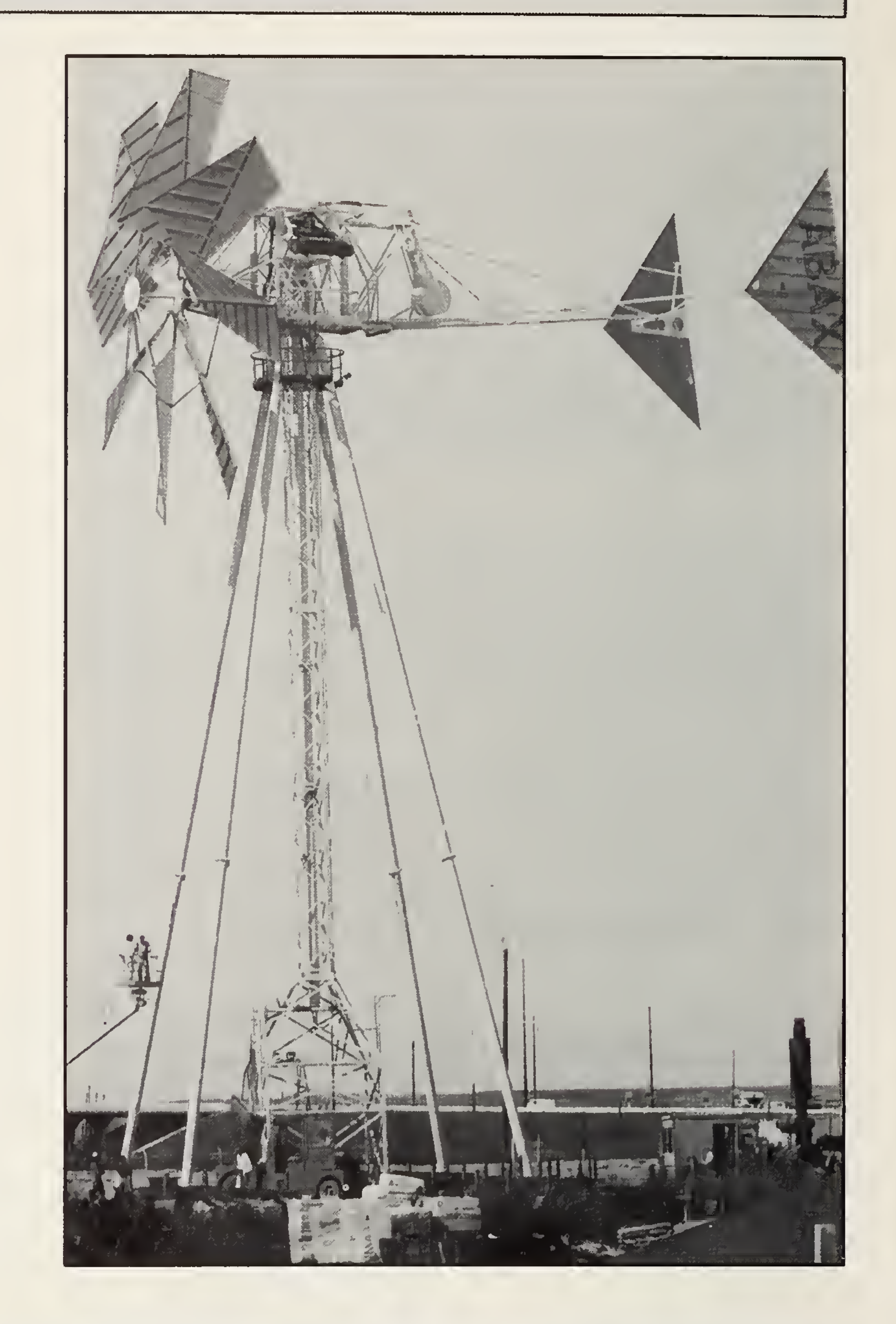


Fig. 8.4 Prototype d'un système eolien à grande échelle servant au pompage, de fabrication canadienne (photo fournie par Deltx Corporation, Calgary, Alberta)

POUR EN SAVOIR PLUS:

1) **The Potential For Use Of The Wind As A Farm Energy Source.** Rapport no I-321, distribué par l'Institut de recherches techniques et de statistiques, Agriculture Canada, Ottawa (Ontario) K1A 0C6.

2) **Application de l'énergie éolienne.** Fiche d'information distribuée par: Canadex, Direction générale des communications, Agriculture Canada, Ottawa (Ontario) K1A 0C7.

3) **An Introduction To Wind Power—Its Uses And Potential.** Brochure distribuée par: Trans-Alta Utilities, Energy Management Services, Box 1900, Calgary (Alberta) T2P 2M1.

4) **Wind Power.** Brochure distribuée par: Nova Scotia Department of Mines and Energy, P.O. Box 668, Halifax (Nouvelle-Écosse) B3J 1T3.

5) **Le programme canadien de recherche et développement sur l'énergie éolienne.** Rapport technique TM-WE-005, distribué par: Publications, Conseil national de recherches, M-58, ch. de Montréal, Ottawa (Ontario) K1A 0R6.

6) **Wind Energy**. Project Summary, Small-scale Energy Demonstration, document distribué par Nova Scotia Department of Mines and Energy, P.O. Box 668, Halifax (Nouvelle-Écosse) B3J 2T3.

6) **Wind Energy.** Project Summary, Small-scale Energy Demonstration, document distribué par Nova Scotia Department of Mines and Energy, P.O. Box 668, Halifax (Nouvelle-Écosse) B3J 2T3.

7) **Le site d'étude du vent de l'Atlantique** fait des essais et rédige des rapports scientifiques sur les systèmes de conversion de l'énergie éolienne en énergie électrique. Communiquer avec: AWTS, P.O. Box 189, Tignish (Île-du-Prince-Édouard) C0B 2B0.

8) **L'Alberta Wind Energy Pumping Program** a été mis sur pied pour faire l'essai et la démonstration de systèmes de conversion de l'énergie éolienne, destinés à alimenter les installations de pompage servant à l'abreuvement du bétail ainsi qu'au drainage et à l'irrigation des sols. Communiquer avec: Alberta Agriculture, Drainage Branch, Agriculture Centre, Lethbridge (Alberta) T1J 4C7.



Fig. 8.5 Station d'essais de systèmes éoliens servant au pompage à Lethbridge (Alberta)

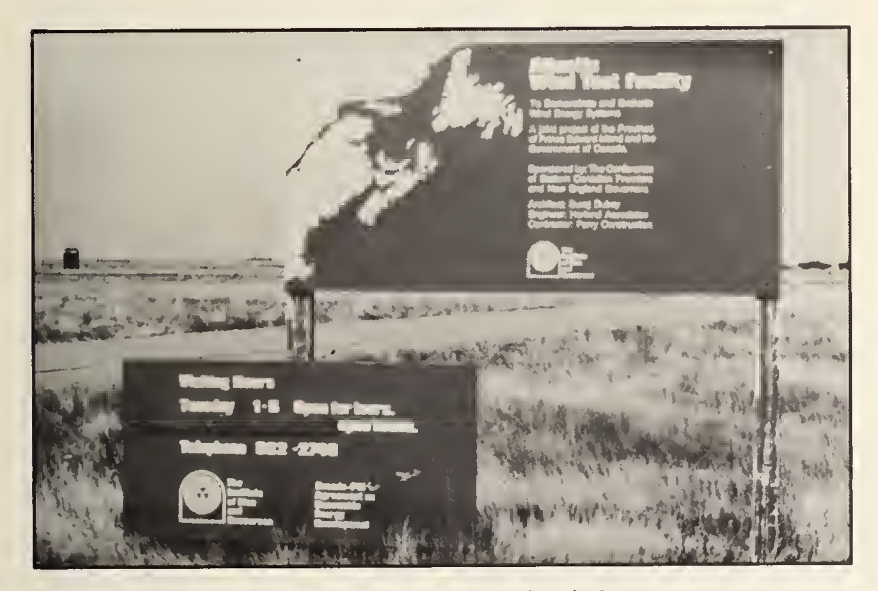


Fig. 8.6 Installation d'étude du vent de la région de l'Atlantique

2) Là où les besoins en énergie sont très faibles, par exemple, les accumulateurs de clôture électrique ou les systèmes d'éclairage.

Énergie éolienne utilisable. À la figure 8.7, on peut apprécier à quel point l'énergie éolienne totale varie à l'échelle du pays. Les régions qui profitent des meilleurs régimes de vent sont le sud des Prairies et certaiens zones des côtes est et ouest. Des caractéristiques géographiques locales telles que des collines, des vallées, des arbres et des lacs peuvent créer de bons régimes de vent dans des régions où les vitesses du vent sont faibles dans l'ensemble. Pour évaluer le potentiel éolien d'un site, il faut utiliser des anémomètres.

Considérations économiques. On peut facilement faire une estimation rapide de la valeur de l'énergie éolienne à un site donné. Prenons, par exemple, un lieu où l'énergie éolienne totale est de 1 000 kWh/m²/année (fig. 8.7). L'éolienne pourra extraire au maximum environ 30 % de l'énergie brute contenue dans le vent.

Par exemple, si l'on utilise une éolienne de 4 mètres: surface = $(3,14 \times 2^2) = 12,56\ m^2$.

Production d'énergie = $(12,56\ m^2 \times 1\,000\ kWh/m^2/\text{année} \times 0,30) = 3\,768\ kWh/\text{année}$.

Si le prix de l'électricité est de 4 c./kWh, l'énergie électrique produite par l'éolienne vaut (3 768 x 0,04 $) = **151 $/année.**

Une installation de cette taille munie d'une batterie de stockage pourrait coûter 6 000 $. Le délai de récupération (en excluant les frais d'entretien) = (6 000 $/151 $) = 40 années. Cela donne une idée de la faible rentabilité des petites installations éoliennes. (Cependant, si le raccordement au réseau électrique coûte 12 000 $, l'éolienne peut représenter un investissement intéressant.)

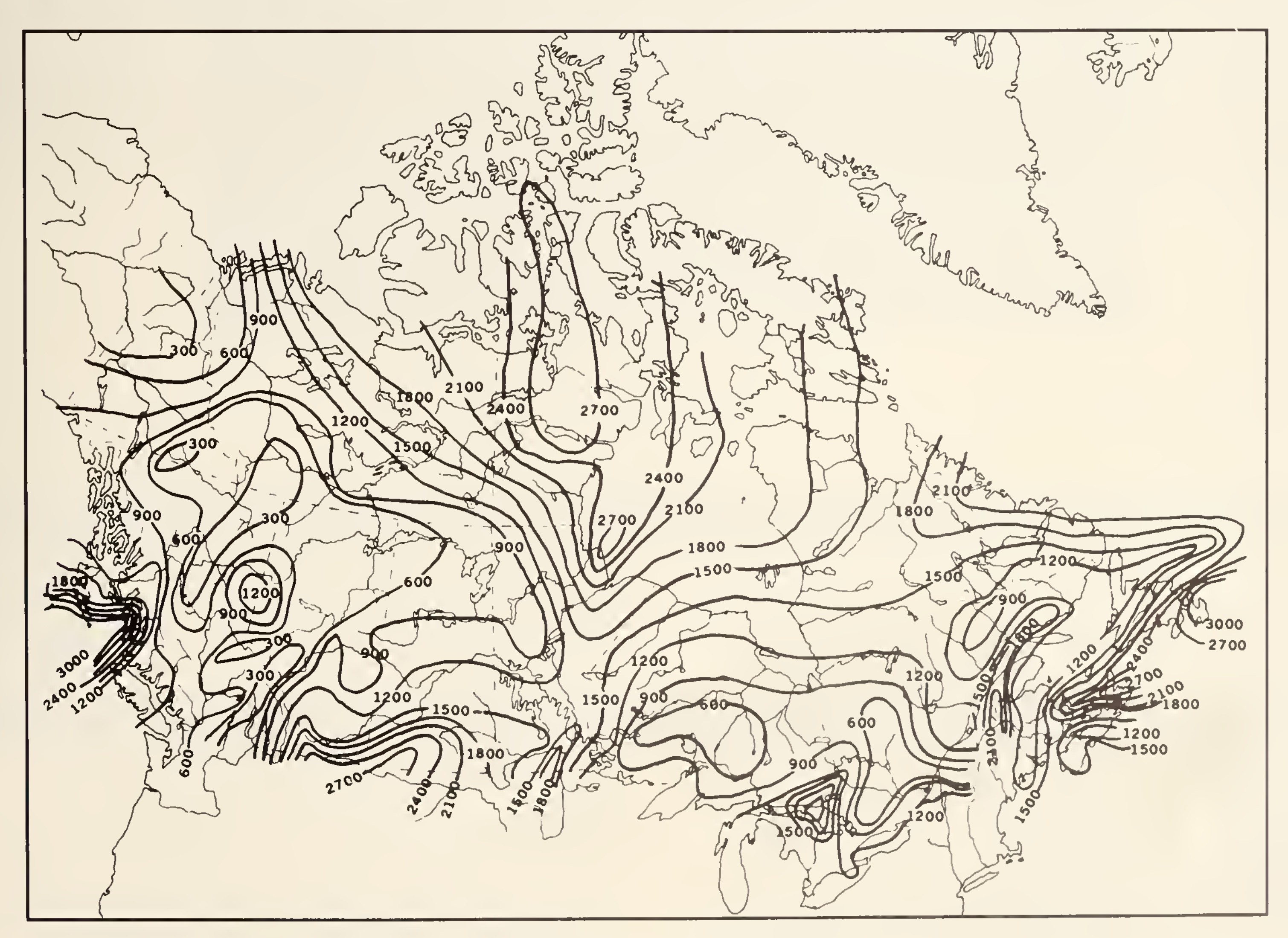


Fig. 8.7 Vitesse moyenne annuelle du flux énergétique éolien (kWh/m² année) *(référence no 1)*

8.3 ÉNERGIE HYDRAULIQUE: UNE INSTALLATION MICRO-HYDRAULIQUE

Lieu. Mabou (Nouvelle-Écosse). Ce projet a été réalisé dans une petite exploitation agricole située à 1,5 km du réseau électrique. Le coût estimatif de raccordement de l'exploitation au secteur électrique est de 15 000 $. La présence d'un petit ruisseau sur les lieux de l'exploitation a amené le proprétaire à étudier la possibilité d'utiliser l'eau comme source de production d'électricité.

Description de l'emplacement. Selon les données d'arpentage, la dénivellation entre le ruisseau et l'emplacement proposé de la génératrice était de 30 mètres. Le débit du ruisseau a varié de 2,5 à 25 L/s et son débit moyen a été de 17,3 L/s.

Description du système. Un système hydro-électrique a été installé en 1980. Il comportait une turbine de marque Pelton, de 25 cm, un alternateur marin de 5 kW et 32 V, un onduleur pour convertir un courant continu de 48 volts en un courant alternatif de 110 ou 220 volts et six batteries marines de 8 volts et 300 ampères-heure. L'eau est transportée du ruisseau vers la turbine au moyen d'un tuyau en caoutchouc de 328 m de longueur et de 19,4 cm de diamètre.

Rendement. L'énergie moyenne produite par jour est de 56 kWh. L'installation alimente le système d'éclairage, un téléviseur, un réfrigérateur, un chauffe-eau de 3 kW, un appareil de chauffage élecrique de 2 kW et divers autres appareils. Il a fallu restreindre la consommation d'électricité pendant les périodes de faible débit. Les problèmes d'entretien ont été mineurs et ont consisté essentiellement à empêcher l'obstruction de la prise d'eau.

Considérations économiques. Le système global, y compris les frais d'installation, coûte 23 000 $, soit 8 000 $ de plus qu'il en aurait coûté pour le raccordement au réseau d'énergie électrique. En posant le coût moyen de l'électricité à 4,6 c./kWh et les frais de service mensuels à 5 $, l'installation hydro-électrique remplace des coûts énergétiques de (56 kWh/j x 365 j x 0,046 $) + (5 $/mois x 12 mois) = 1 000 $/année. Il faudrait connaître les frais d'entretien et de fonctionnement pour pouvoir effectuer une évaluation économique plus complète.

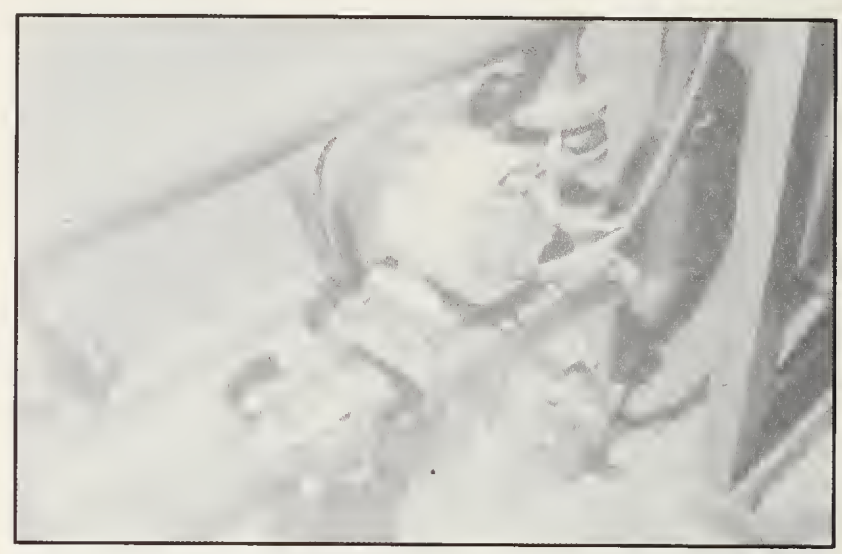


Fig. 8.8 Une installation micro-hydraulique *(référence no 1)*

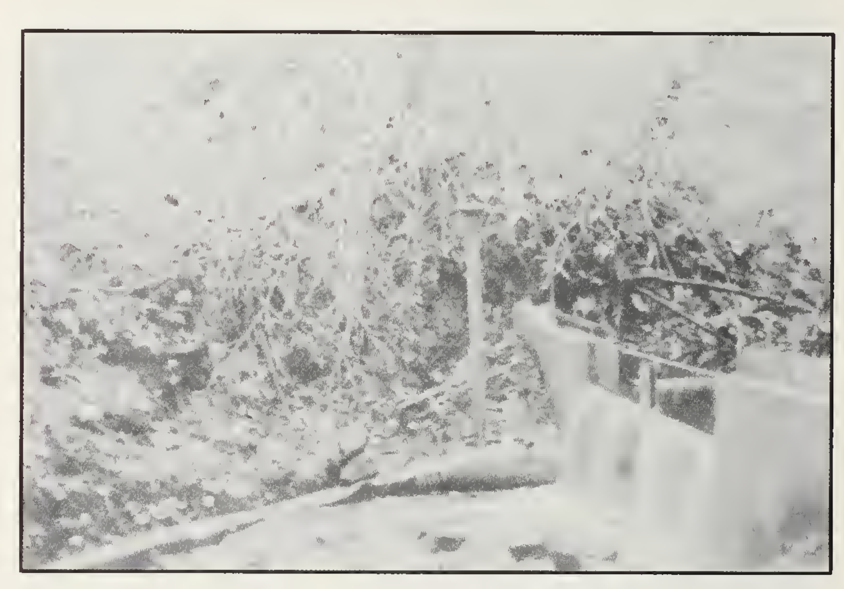


Fig. 8.9 Une photo du bassin de décantation et du tuyau de caoutchouc servant à transporter l'eau à la turbine *(référence no 1)*

POUR EN SAVOIR PLUS:

1) **Micro Hydro.** Project Summary/Pilot Projects Program s'adresser à: Nova Scotia Department of Mines and Energy. P.O. Box 668, Halifax (Nouvelle-Écosse) B3J 2T3.

2) **Small Water Power Systems.** Publication no 764, distribuée par: Extension Division, Cooperative Extension Service, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia 24061.

3) **Water Power For Your Home.** Article tiré de Popular Science, mai 1977.

4) **Micro-Hydro Power—Energy From Ontario Streams.** Publication distribuée par: Ontario Publications Services, 5th Floor, 880 Bay St., Toronto (Ontario) M7A 1N8 (2 $).

8.4 GAZÉIFICATEUR DE BOIS POUR LE CHAUFFAGE À LA FERME

Lieu: Kings County (Nouvelle-Écosse).

Application. Deux agriculteurs vont chacun installer un gazéificateur de bois pour réchauffer l'eau servant au chauffage des bâtiments de ferme. Ils alimentent ces gazéificateurs de sciure et de copeaux de bois provenant de scieries locales. L'un des gazéificateurs sert au chauffage d'une résidence et d'une grande porcherie. L'autre sert à chauffer deux résidences et deux poulaillers pour poulets à griller.

Matériel. Les gazéificateurs de bois de marque Firefly sont fabriqués à l'Île-du-Prince Édouard par la société **Saturn Corporation**, d'après un modèle conçu en Suède. Les copeaux de bois sont transportés à la trémie d'alimentation par une bande tansporteuse et un chargeur monté sur tracteur. L'eau réchauffée est emmagasinée dans une chaudière et est distribuée automatiquement dans les bâtiments de ferme.

Économie d'énergie. Avant l'installation des gazéificateurs, la consommation annuelle de mazout était de 30 000 L dans l'une d'exploitations et de 82 000 L dans l'autre. On prévoyait des économies de 24 000 et 57 000 L, respectivement.

Considérations économiques. Les coûts en capital prévus étaient respectivement de 45 400 $ et 76 200 $ pour chacune des deux exploitations.

Au moment de la publication, les coûts d'exploitation et de main-d'oeuvre n'étaient pas encore connus.



Fig. 8.10 Un gazéificateur de bois pour le chauffage à la ferme

POUR EN SAVOIR PLUS:

1) **Barn Heating Using Wood Waste.** Project Summary—Pilot Projects Program s'adresser à: Nova Scotia Department of Mines and Energy, P.O. Box 668, Halifax (Nouvelle-Écosse) B3J 1T3.

2) **The Wood Book.** Brochure distribuée par: Nova Scotia Department of Mines and Energy, P.O. Box 668, Halifax (Nouvelle-Écosse) B3J 1T3.

3) **A Wood Chip Primer.** Brochure distribuée par le Secrétariat de l'énergie du Nouveau-Brunswick, C.P. 6000, Fredericton (Nouveau-Brunswick) E3B 5H1.

4) **Le chauffage au bois.** Publication distribuée par: Énergie, Mines et Ressources Canada, 580, rue Booth, 17e étage, Ottawa (Ontario) K1A 0E4.

5) **The Woodburner's Manual—Managing The Woodlot For Profit.** Publication distribuée par le ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, Tree Improvement and Forest Biomass Institute, Maple (Ontario) L0J 1E0.

6) **Burning Wood.** Publication NE-191 distribuée par: N.E. Regional Agricultural Engineering Service, Riley Robb Hall, Cornell University, Ithaca, New York 14853. (1 $ US)

7) **Drying Grain Corn Using Sawdust As A Heat Source.** Rapport de projet, distribué par: Agricultural Energy Centre, ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario, P.O. Box 1030, Guelph (Ontario) N1H 6N1.

8.5 UTILISATION DES RÉSIDUS DE RÉCOLTE POUR LE CHAUFFAGE ET LE SÉCHAGE

Pouvoir calorifique. Le potentiel des résidus de récolte comme carburant de chauffage est très variable. La figure 8.11 révèle quelques valeurs types de pouvoir calorifique obtenues en laboratoire. Il importe de noter que la teneur en eau des résidus influe également sur la quantité de chaleur produite.

Matières	Pouvoir calorifique le plus faible (MJ/kg) — Teneur en eau (% de matière humide) 10 %	20 %	30 %
Paille d'avoine	10.8	7.6	6.0
Paille d'orge	11.0	8.3	7.7
Anas de lin	12.1	9.0	7.3
Paille de blé	17.5	15.4	12.2
Rafles de maïs	17.4	15.9	13.0
Tiges de maïs	—	14.0	13.0
Écales et capitules de tournesol	21.9	17.6	13.1

Fig. 8.11 Pouvoir calorifique de certains résidus de récolte

Utilisations. La chaleur dégagée par la combustion des résidus de récolte peut servir au séchage du grain, au chauffage des locaux et au chauffage de l'eau. D'autres utilisations envisageables qui n'ont pas encore été beaucoup exploitées sont la production d'électricité à partir de la vapeur et la production d'énergie mécanique à l'aide de moteurs Stirling.

Matériel. Ces dernières années, on a mis au point une vaste gamme de chaudières à biomasse. Un grand nombre d'entre elles, surtout les installations fabriquées à la maison, n'ont duré qu'un an.

Contraintes.

1) Dans de nombreuses régions au Canada, tous les résidus de récolte doivent être enfouis dans le sol pour entretenir l'humus et empêcher l'érosion.
2) La collecte, le stockage et la manipulation des résidus de récolte sont souvent des opérations coûteuses qui exigent beaucoup de main-d'oeuvre.

EXEMPLE

Lieu: Canning (Nouvelle-Écosse)

Taille de l'exploitation: 700 ha

Cultures: céréales à grains, maïs-grain et légumineuses.

Bétail: exploitation de naissage-engraissage comptant 250 truies.

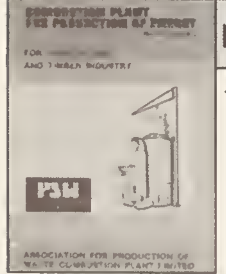
Systèmes de combustion de la biomasse. Une chaudière à paille PSW à deux étages d'origine allemande a été installée en 1977 en vue de fournir de la chaleur pour le séchage des grains et le chauffage des locaux. La paille est récoltée, puis brûlée sous forme de grosses balles cylindriques. La chaudière alimente un séchoir à grain modifié de type MC-600B et un échangeur à chaleur qui transmet la chaleur à un réservoir à eau chaude de 60 000 L.

Rendement. L'installation sèche 4 000 tonnes de grains par année et chauffe tous les bâtiments d'élevage. La chaudière à paille a affiché un bon rendement après avoir été modifiée et améliorée quelque peu par le fournisseur. Le principal défi à relever dans les conditions météorologiques des provinces Maritimes est de maintenir la paille à un degré d'humidité suffisamment bas pour permettre sa combustion.

Considérations économiques (évaluation du propriétaire)

Économie d'énergie = 250 000 L de propane	
Valeur (1979) = (0,15 $/L x 250 000 L)	= 37,500 $
Coût en capital	= 100 000 $/année
Dépréciation = (0,10 x 100 000 $)	= 10 000 $/année
Intérêt = [(100 000 $ + 10 000 $/2) x 0,16]	= 8 800 $/année
Entretien = (100 000 $ x 0,05)	= 5 000 $/année
Collecte et manipulation de la paille = (400 t x 23 $/t)	= 9 200 $/année
TOTAL	= 33 000 $/année
Économie (1979) = (37 500 $ - 33 000 $)	= 4 500 $

NOTA: Le propriétaire prétend qu'il s'agit là d'une analyse économique très modeste puisqu'il faudrait retirer des champs les quantités excédentaires de paille produites même si elles n'étaient pas utilisées comme source d'énergie. La chaudière lui permet de récupérer les coûts de mise en balle et de récolte.



POUR EN SAVOIR PLUS:

1) **Evaluation Of A System Utilizing Biomass Sources (Straw) For Crop Drying And Heating On The Farm.** Rapport de recherches distribué par l'Institut de recherches techniques et de statistiques, Agriculture Canada, Ottawa (Ontario) K1A 0C6.
2) **Crop Residue Availability For Fuel.** Factsheet no 440, publication distribuée par: Cooperative Extension Service, Michigan State University, East Lansing, Michigan 48824.
3) **Crop Refuse: Fuel For The Future.** Article paru dans The Furrow, avril 1982.
4) **Biomass Furnace For Grain Drying.** Rapport de projet, distribué par: Agricultural Energy Centre, ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario, P.O. Box 1030, Guelph (Ontario) N1H 6N1.
5) **Central Heating System Using A Flax Straw Burner.** Rapports ENERDEMO distribués par: Saskatchewan Energy and Mines, Energy Technology Branch, 1914 Hamilton St., Regina (Saskatchewan) S4P 4V4.
6) **Energy From Crop Wastes.** Pilot Project Summary no 036, publication distribuée par: Nova Scotia Dept. of Mines and Energy, P.O. Box 668, Halifax (Nouvelle-Écosse) B3J 2T3.

8.6 FERMENTATION ANAÉROBIE DU LISIER

EXEMPLE

L'exemple qui suit est tiré de données fournies par la société CANVIRO CONSULTANTS LTD. de Kitchener (Ontario).

Lieu: Kitchener (Ontario)

Bétail: Parc d'engraissement de bovins à viande (5 000 sujets).

Étables: Caillebottis/lisier

Fonctionnement du digesteur. À la figure 8.12, on présente un schéma du digesteur anaérobie installé en 1980 dans le but de résoudre les problèmes environnementaux causés par les odeurs émanant du système de langunage utilisé alors.

Le digesteur est un silo étanche en béton armé de 9,1 m de diamètre par 11 m de hauteur. Le lisier est centrifugé de façon à séparer les fractions solide et liquide.

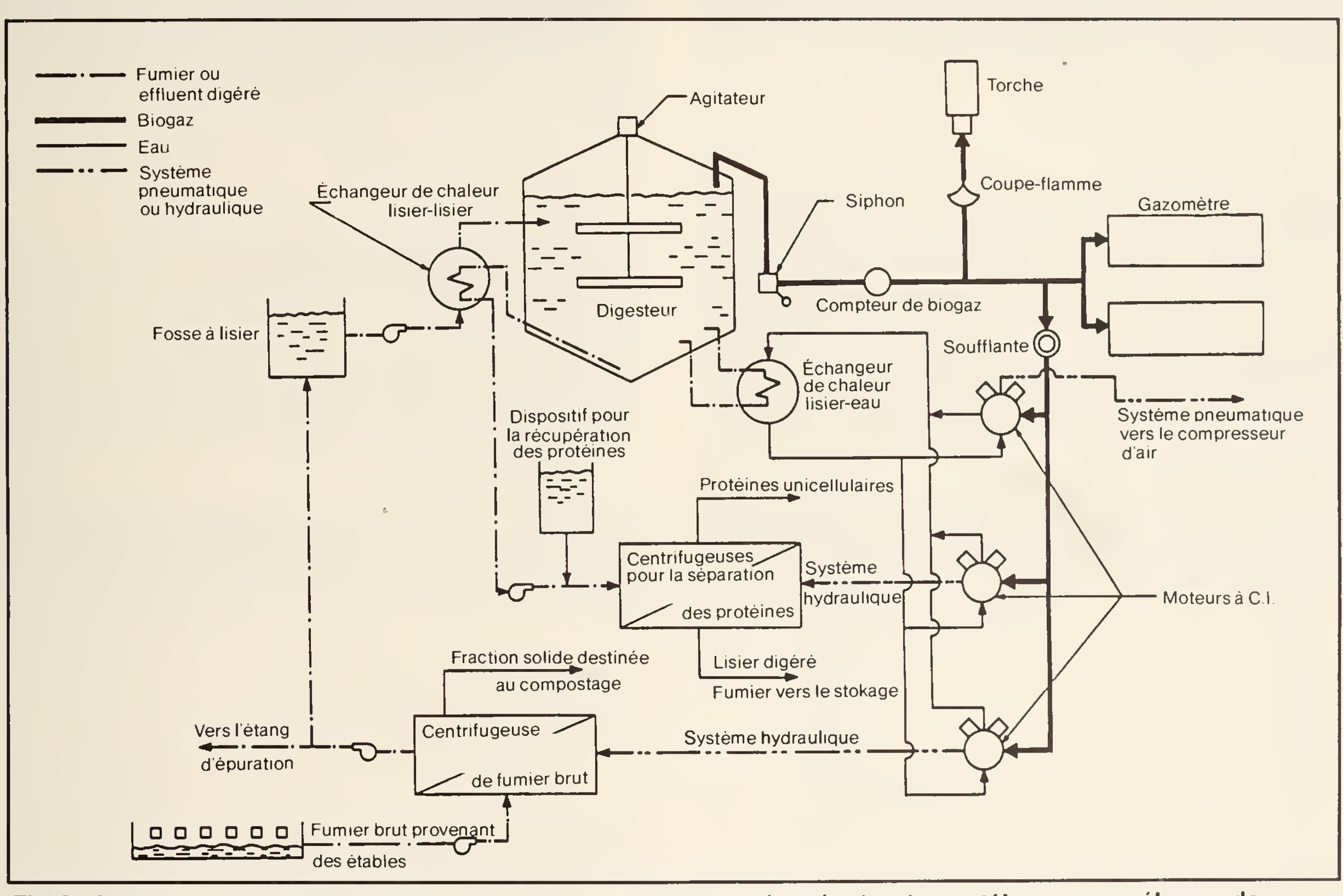


Fig. 8.12 Schéma d'une installation de fermentation anaérobie et de récupération des protéines pour un élevage de bovins de boucherie comptant 5 000 sujets.

POUR EN SAVOIR PLUS:

1) **Energy Production by Anaerobic Digestion of Livestock Wastes.** Rapport distribué par: Canviron Consultants Ltd., Kitchener (Ontario) N2H 5M5.

2) **Comparative Evaluation of Five Full Scale Anaerobic Digesters**. Communication no 83-411 présentée à la Société canadienne du génie rural et distribuée par l'Institut de recherches et de statistiques, Agriculture Canada, Ottawa (Ontario) K1A 0C6.

3) **La production de méthane à partir de déchets.** Publication no 1528, distribuée par la Direction générale des communications, Agriculture Canada, Ottawa (Ontario) K1A 0C7.

4) **Biogas Production from Animal Manure.** Publication distribuée par: Biomass Energy Institute. C.P. 129, succursale C, Winnipeg (Manitoba) R3N 3S7.

5) **Methane Production From Livestock Manure.** Factsheet no 82-067, publication distribuée par le ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario, Information Branch, Legislative Buildings, Toronto (Ontario) M7A 1A5.

6) **Agricultural Anaerobic Digesters—Design and Operation.** Bulletin no 287, distribué par: Pennsylvania State University, College of Agriculture, Agricultural Experimental Station, University Park, Pennsylvania.

7) **Digesteur anaérobie de la ferme Gasser.** Description distribuée par: Urgel Delisle et associés, 426, Chemin des Patriotes, Saint-Charles-sur-Richelieu (Québec) J0H 2G0.

8) **The Olds College Farm Waste Management System.** Rapport distribué par: Olds College, Olds (Alberta) T0M 1P0.



Fig. 8.13 Construction d'un digesteur anaérobie



Fig. 8.14 Bovins de boucherie sur caillebottis. Le lisier est pompé vers le digesteur

Seule la fraction liquide est utilisée comme substrat dans le digesteur. La fraction solide est transformée en compost et vendue comme engrais. L'effluant du digesteur est également centrifugé afin de récupérer des protéines unicellulaires, qui sont ajoutées à la ration du bétail, remplaçant ainsi les compléments protéiques commerciaux. Le biogaz sert d'une part à maintenir la température du digesteur et d'autre part à alimenter trois moteurs à combustion interne. L'un des moteurs actionne un compresseur à air; les deux autres font fonctionner des centrifugeuses.

Bilan énergétique. En hiver, il faut utiliser tout le biogaz produit ainsi qu'une source de chauffage auxiliaire pour faire fonctionner l'installation, y compris le pompage du lisier, la centrifugation et le chauffage du digesteur.

Bilan économique (évaluation de CANVIRO)

Coût en capital =	476 430 $
Amortissement (20 ans à 15 %)	81 469 $
Coûts annuels de fonctionnement et d'entretien	49 500 $
Coût annuel total	130 969 $
Recettes annuelles (récupération des protéines)	238 000 $
Profit annuel net	107 031 $

Conclusions. Les principales raisons qui justifient l'installation d'un digesteur de lisier à la ferme sont la récupération des protéines et la lutte contre la pollution.

8.7 FABRICATION D'ALCOOLS D'ORIGINE AGRICOLE

Types d'alcool. Les deux types d'alcool dont on envisage l'utilisation comme carburant potentiel sont l'éthanol (C_2H_5OH) et le méthanol (CH_3OH). L'éthanol produit à partir des grains de céréales est couramment utilisé dans la fabrication des boissons alcoolisées. Le méthanol (aussi appelé alcool de bois) est bien connu de la plupart des gens comme produit de dégivrage de l'essence.

Production de méthanol. Le méthanol est formé par la combinaison de monoxyde de carbone (CO) à l'hydrogène (H_2), à une pression et une température élevées. À l'échelle commerciale, il est fabriqué à partir du gas naturel, du charbon et du bois. On pourrait en outre tirer du méthanol de certains déchets agricoles comme la paille ou le fumier, mais ce ne serait pas une opération rentable. En effet, ce procédé ne se prête qu'à la production à grande échelle, soit dans une usine qui doit recueillir la matière première dans un vaste territoire. D'autre part, le méthanol est un carburant dont le contenu énergétique est faible, à savoir la moitié de celui de l'essence.

Production d'éthanol. L'éthanol peut être synthétisé à partir de l'éthylène, un produit abondant dérivé du gaz naturel. Toutefois, les agriculteurs s'intéressent davantage à la production biologique d'éthanol par la fermentation des hydrates de carbone. Les matières premières qui se prêtent le mieux à la fermentation sont des produits riches en sucre et en amidon comme la betterave à sucre et la pomme de terre, mais il reste que presque n'importe quelle culture peut servir à la fabrication d'une certaine quantité d'éthanol.

À la figure 8.15, on présente les différentes étapes de la production biologique de l'éthanol.

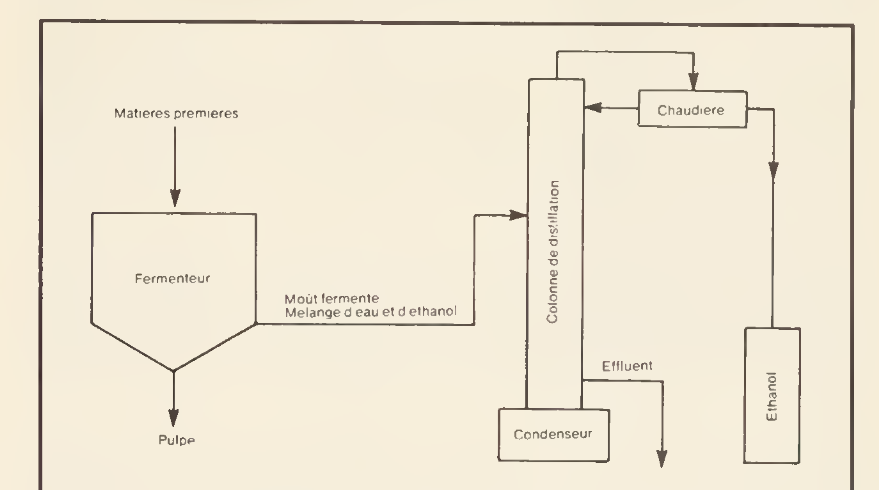
1) On broie les matières premières, puis on les mélange à l'eau pour former une bouillie.

2) On fait cuire la bouillie et on l'agite pour en extraire les sucres.

3) On y ajoute de la levure et des enzymes pour favoriser la fermentation.

4) Après une période de fermentation de 60 à 70 heures, on obtient un moût fermenté contenant de 12 à 17 % d'éthanol.

5) Ce moût fermenté est passé dans une colonne de distillation. Puisque l'éthanol bout à une température inférieure à celle de l'eau, sa vapeur s'élève au haut de la colonne et s'échappe dans le condenseur où elle est liquifiée. Toutefois, l'alcool produit n'est pas parfaitement anhydre. En effet, selon le type de colonne de distillation utilisée et le nombre de fois que le procédé est répété, la teneur en alcool peut varier de 50 % à 95 % (100 à 190 "proof"). Pour obtenir de l'éthanol pur, il faut utiliser du matériel complexe ainsi que des additifs spéciaux. Cela n'est généralement pas possible dans les usines de distillation installées à la ferme.



RENDEMENT POTENTIEL EN ALCOOL DE DIFFÉRENTES CULTURES*

Culture	Rendement (L/t)
Amidon	680
Sucre	610
Blé de printemps	380
Blé d'hiver	410
Avoine	270
Orge	390
Grains mélangés (Ouest)	350
Grains mélangés (Est)	330
Seigle	390
Maïs	430
Sarrasin	350
Pois, haricots	350
Pommes de terre	110
Autres cultures racines	30
Betteraves à sucre	70

*Ces valeurs de rendement sont calculées en supposant une efficacité théorique maximale de conversion en alcool de 95 %. L'efficacité de conversion dans les exploitations serait probablement de 50 à 85 %.

Fig. 8.15 Schéma du procédé de fermentation et de distillation



POUR EN SAVOIR PLUS:

1) **Production et utilisation d'alcool combustible à la ferme—Possibilités et obstacles.** Publication no 1712, distribuée par la Direction générale des communications, Agriculture Canada, Ottawa (Ontario) K1A 0C7.

2) **Farm Scale Alcohol: Food for Thought.** (Rapport no I-265)

3) **Agricultural Resources For Ethanol Production.** (Rapport no I-201)

4) **Carburants alcoolisés d'origine agricole—document de travail.** (Rapport no I-165).

Les rapports cités ci-dessus sont distribués par l'Institut de recherches techniques et de statistiques, Direction générale de la recherche, Agriculture Canada, Ottawa (Ontario) K1A 0C6.

5) **Alcohol As A Motor Fuel.** Factsheet no 81-043, publication distribuée par le ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario, Information Branch, Legislative Buildings, Toronto (Ontario) M7A 1A5.

6) **Alcohol Still Analysis—A Telplan User's Manual.** Factsheet no 439, publication distribuée par: Co-operative Extension Services, Michigan State University, East Lansing, Michigan 48824.

Dépenses énergétiques. Une source de chaleur est nécessaire pour faire fonctionner le fermenteur et la colonne de distillation. Si des combustibles fossiles sont utilisés comme source de chaleur, l'énergie non renouvelable consommée sera supérieure à l'énergie renouvelable produite sous forme d'alcool. Pour que le bilan énergétique soit positif, l'installation doit être alimentée par des sources d'énergies renouvelables, comme le bois ou la paille.

Caractéristiques de l'éthanol comme carburant. L'éthanol pur contient environ 65 % de l'énergie contenue dans un volume égal d'essence. Ainsi que l'a révélé le programme "gazohol" des États-Unis (fig. 8.16), on peut utiliser un mélange d'éthanol pur et d'essence (mélange à 10 % d'alcool) dans les véhicules sans avoir à modifier les moteurs. En revanche, **on ne peut mélanger** à l'essence de l'alcool contenant de l'eau, surtout par temps froid, car l'eau provoque la séparation de l'essence et de l'alcool.

Cependant, les mélanges d'alcool et d'eau (ne contenant pas d'essence) peuvent être utilisés dans des moteurs à essence légèrement modifiés (avance à l'allumage, agrandissement des gicleurs de carburateur, remplacement des pièces en plastique et addition d'un échangeur de chaleur pour favoriser la vaporisation de l'éthanol).

L'utilisation de l'éthanol dans les moteurs diesel est beaucoup plus complexe. En effet, l'éthanol se mélange difficilement au carburant diesel et peut causer des dommages graves à la pompe à injection. Des chercheurs font actuellement l'essai de systèmes de "fumigation de l'alcool" qui injectent des mélanges d'alcool et d'eau dans l'admission d'air de façon à les mélanger au carburant diesel dans la chambre de combustion. De tels systèmes sont actuellement sur le marché, mais leur utilisation peut rendre nulle la garantie d'un tracteur.



Fig. 8.16 L'alcool produit à l'échelle commerciale à partir de cultures peut être incorporé à l'essence pour former un mélange utilisé dans les véhicules de transport

Bilan économique. Le coût de l'éthanol dépend en grande partie du coût des matières premières et de leur teneur en hydrates de carbone. À la figure 8.15, on donne la production potentielle d'alcool à partir de différentes cultures. On peut estimer le coût total de la production d'éthanol à partir de ces produits, au double du coût des matières premières utilisées. Par exemple, si le prix de l'orge est de 120 $ la tonne, le coût aproximatif de production de l'éthanol serait de:
C = (2 x 120 $ la tonne)/(390 litres la tonne) = 62 c. le litre

EXEMPLE

L'exemple suivant est tiré d'une communication intitulée "On-Farm Production of Fuel Alcohol", présenté par MM. Otten, Walczak & Brubaker à la réunion de 1982 de la Société canadienne de génie rural (communication no 82-107).

Lieu: Zurich (Ontario)

Taille de l'exploitation: 330 ha

Cultures: Maïs, blé, orge et haricots

Bétail: Porcs

Usine de distillation: À la figure 8.17, on présente un schéma d'une usine de distillation construite par l'agriculteur en 1981. Elle est exploitée par intermittence depuis janvier 1982.

Production d'alcool. Au cours des 5 premiers mois d'exploitation, l'usine a produit 9 000 L d'éthanol 170 proof. (Une auto, une camionnette et un petit tracteur ont été adaptés pour permettre l'injection d'alcool dans le mélange essence-air).

Rendement. L'**Ontario Agricultural Energy Management Resources Centre** a suivi les réalisations de l'usine. Voici les résultats techniques provisoires:

Indice de conversion de la matière première: 0,276 L/kg de maïs
Teneur en alcool (Proof) moyenne: 171
Contenu énergétique: 16 MJ/L
Dépenses énergétiques: 18,5 MJ/L

Bilan économique. On n'a pas recueilli toutes les données nécessaires au calcul du coût en capital de l'usine. Le coût estimatif des matériaux était de 50 000 $. Sur la base d'un prix du maïs de 133 $/tonne et de frais de main-d'oeuvre de 5 $/heure, on a estimé à 0,87 $/L, le coût des matières premières et les coûts de production. (Dans ce bilan économique, on n'a pas attribué une valeur aux drêches de distillerie qui sont incorporées à la ration alimentaire des porcs de l'exportation.)

Conclusion. Cette installation démontre la faisabilité technique de la production d'éthanol à la ferme. Toutefois, le bilan économique n'est guère intéressant si l'on établit la valeur des grains servant de matière première selon le prix du marché.

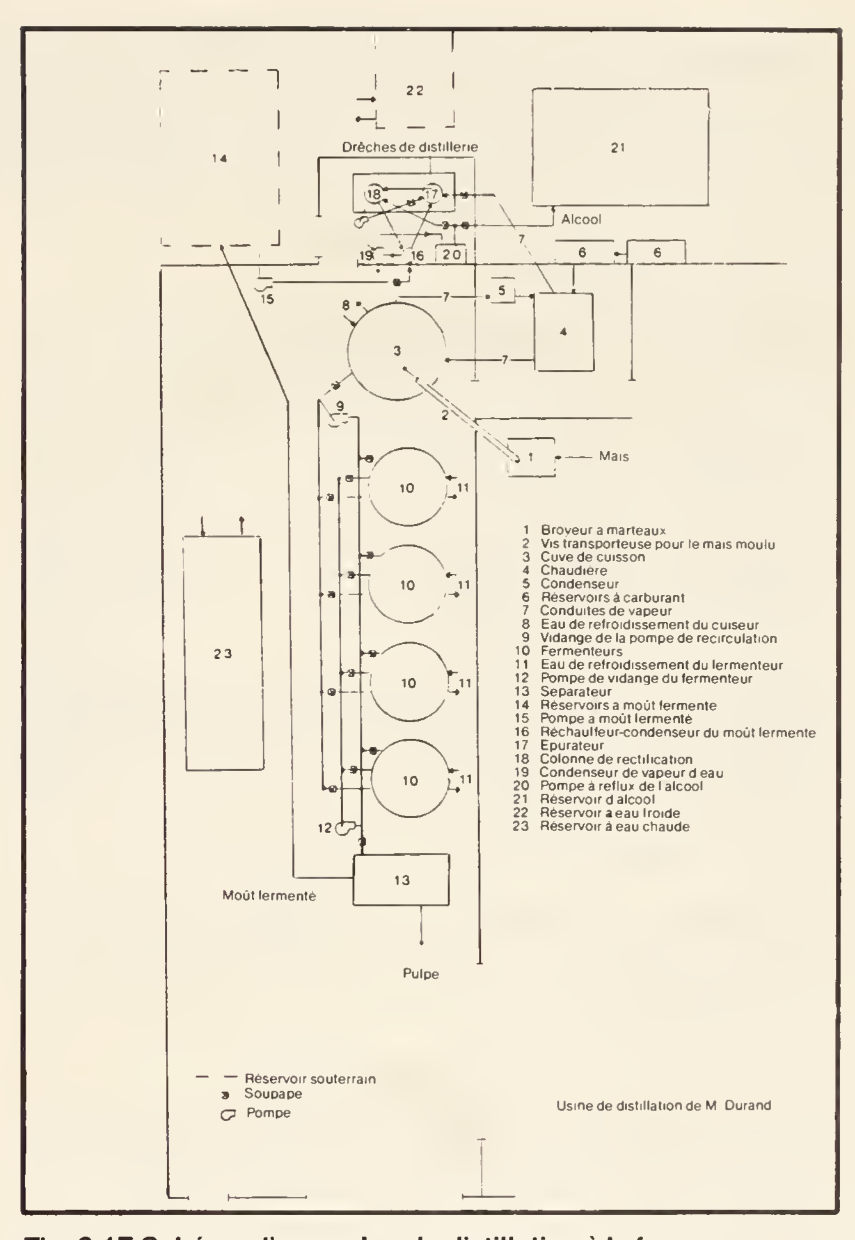


Fig. 8.17 Schéma d'une usine de distillation à la ferme

8.8 HUILES VÉGÉTALES POUR LES MOTEURS DIESEL

Des essais sont en cours dans plusieurs pays pour évaluer le rendement des huiles végétales dans les moteurs diesel. Un grand nombre de chercheurs croient que, au besoin, les huiles végétales pourraient servir de carburant de substitution à la ferme.

Types d'huile. On a fait l'essai de divers types d'huiles végétales dans les moteurs diesel, y compris l'huile de tournesol, l'huile de maïs, l'huile de soja, l'huile d'arachide et l'huile de colza Canola. Toutes ces huiles ont affiché des performances satisfaisantes comme carburants temporaires, soit utilisés seuls ou en divers mélanges avec le carburant diesel no 2. Pendant de courtes périodes d'essai, les moteurs diesel ont fonctionné aussi bien (même production d'énergie, même performance) avec de l'huile végétale qu'avec le carburant diesel.

Problèmes. Des essais de fonctionnement sur de plus longues périodes sont actuellement en cours en vue d'évaluer les effets à long terme de l'utilisation des huiles végétales sur les moteurs diesel. On a relevé les problèmes suivants:

1) À mi-régime, cokéfaction de l'ajustage de l'injecteur.

2) Encrassement des filtres à carburant.

3) Problèmes de lubrification causé par la dilution de l'huile moteur.

4) Problèmes de viscosité par temps froid.

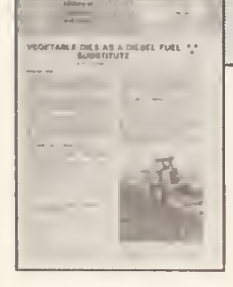
Jusqu'à ce qu'on ait réussi à surmonter ces problèmes, on devrait conseiller aux agriculteurs de ne pas utiliser les huiles végétales dans les moteurs diesel coûteux.

Les exploitations agricoles subviendront-elles un jour à leurs besoins en carburants? Le potentiel de production de carburants à la ferme est fonction en grande partie des superficies nécessaires à cette production. Prenons, par exemple, le colza Canola. On estime qu'un céréaliculteur aurait à consacrer environ 10 % de ses terres à la production du carburant nécessaire au fonctionnement de toutes les opérations agricoles, y compris les travaux de culture, le camionnage et le transport personnel. Ce qui est intéressant, c'est que cette superficie est à peu près équivalente à celle qui était nécessaire pour alimenter les chevaux lorqu'ils représentaient la principale source d'énergie à la ferme.



Fig. 8.18 Essai d'un moteur diesel fonctionnant à l'huile de colza (Canola)

Aliments contre carburants. De nombreuses gens désapprouvent l'utilisation de produits alimentaires comme carburant. Les défenseurs de l'utilisation des carburants de substitution soutiennent que le procédé d'extraction fournirait quand même un sous-produit protéique pouvant servir à l'alimentation. Mais, un argument plus probant est le fait que les agriculteurs canadiens produisent régulièrement plus de céréales que le réseau de transport et le système de commecialisation ne peuvent en absorber. Ainsi, dans un contexte où l'on accumule des stocks excédentaires de céréales, où le marché est languissant et où les prix des carburants classiques sont élevés, l'agriculteur peut trouver intéressante la solution d'"acheter" une partie de sa récolte pour remplacer les carburants à base de pétrole. De toute manière, cette question demeurera purement théorique tant qu'on n'aura pas résolu les problèmes techniques liés à l'utilisation des huiles végétales comme carburant.



POUR EN SAVOIR PLUS:

1) **Vegetable Oils As A Diesel Fuel Substitute.** Factsheet No. 83-033, publication distribuée par le ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario, Information Branch, Legislative Buildings, Toroto (Ontario) M7A 1A5.

2) **Canola Oil As A Fuel For Diesel Engines.** Rapport technique distribué par: Agricultural Engineering Dept., University of Saskatchewan, Saskatoon (Saskatchewan) S7N 0X1.

3) **Producing Farm Fuels For Diesels.** Article paru dans le numéro de mars/avril 1982 de la revue "Small Farm Energy", publiée par: Small Farm Energy Project, P.O. Box 736, Hartington, Nebraska 68739.

4) **Vegetable Oil As A Fuel For Diesel Engines.** Factsheet No. 444, publication distribuée par: Cooperative Extension Service, Michigan State University, East Lansing, Michigan 48824.

5) **Sunflower For Power.** Circular AE-735, publication distribuée par: Cooperative Extension Service, North Dakota State University, Fargo, North Dakota 58105.

6) **Vegetable Oil Fuels.** Proceedings of International Conference on Plant and Vegetable Oils as Fuels, août 1982. Publication distribuée par: ASAE, 2950 Niles Road, St. Joseph, Michigan 49085 (23,50 $ US).

ANNEXE A

TABLE A.1 UNITÉS D'ÉNERGIE

Il existe un grand nombre de termes différents pour décrire l'énergie, la puissance et le travail dans les sytèmes de mesure impérial et métrique. Voici une table de conversion des unités les plus usitées:

Combustibles liquides	Essence, carburant diesel, mazout et propane se vendent actuellement au litre (L)	L = 0,22 gal 1 gal = 4,546 L
Gaz naturel	Vendu autrefois au 1 000 pieds cubes (MPC), il se vend maintenant au mètre cube (m^3) ou, sur la base de la valeur énergétique, en gigajoules (GJ)	1 m^3 = 35,31 pi^3 1 MPC = 28,32 m^3 ou environ 1,055 GJ
Énergie électrique	On continuera à la mesurer et à la vendre en kilowattheures (kWh)	1 kWh = 3,6 MJ
Matériel mécanique	La puissance mécanique est maintenant exprimée en kilowatts plutôt qu'en chevaux vapeur (hp)	1 kW = 1,34 hp 1 hp = 0,746 kW
Travail	Une forme d'énergie, autrefois mesurée en pi-lb ou en chevaux vapeur heures et qui s'exprime maintenant en mégajoules (MJ) ou en kilowattheures (kWh)	1 MJ = 0,37 hp h 1 hp h = 2,68 MJ 1 hp h = 0,746 kWh 1 J = 0,74 pi lb 1 pi lb = 1,36 J
Chaleur	Ou énergie thermique, autrefois mesurée en Btu, s'exprime maintenant en kilojoules (kJ)	1 kJ = 0,95 Btu 1 Btu = 1,055 kJ
Production de chaleur	Ou puissance thermique des chaudières ou des appareils de chauffage, autrefois mesurée en Btu/h, s'exprime maintenant en watts (W) ou en kilowatts (kW)	1 kW = 3414 Btu/h 1 Btu/h = 0,293 W

PRÉFIXES SI

1 kilojoule (kJ) = 1 000 joules (J)
1 mégajoule (MJ) = 1 000 kilojoules (kJ)
1 gigajoule (GJ) = 1 000 mégajoules (MJ)

TABLE A.2 CONTENU ÉNERGÉTIQUE DES COMBUSTIBLES ET DE L'ÉLECTRICITÉ

Source d'énergie	Contenu énergétique	Source de la donnée
Essence	34,7 MJ/L	(1)
Carburant diesel	38.7 MJ/L	(1)
Mazout léger	38.7 MJ/L	(1)
Mazout lourd	41.7 MJ/L	(1)
Kérosène	37.7 MJ/L	(1)
Propane	25.5 MJ/L	(1)
Gaz naturel	37,2 MJ/m^3	(1)
Électricité	3,6 MJ/kWh	(1)
Charbon	(15-30) MJ/kg	(1)
Bois	(15-20) MJ/kg	(2)

(1) Statistique Canada, Bulletin trimestriel - disponibilité et écoulement d'énergie au Canada.

(2) Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario, **Farm Energy Accounting Manuel.**

POUR EN SAVOIR PLUS:

1) **Tables de conversion au système métrique.** Brochure distribuée par la Société canadienne d'hypothèques et de logement, 1500 ch. Mericale, Nepean (Ontario) K2C 3N7.

2) Comparing Energy Units, Factsheet No. 769-5, publication distribuée par: Alberta Agriculture, Print Media Branch, Main Floor, 7000 - 113 Street, Edmonton (ALberta) T6H 5T6.

3) **Comparative Heating Fuel Costs.** Factsheet No. 82-003, publication distribuée par le ministère de l'Agriculture et de l'Alimmentation de l'Ontario, Information Branch, Legislative Buildings, Toronto (Ontario) M7A 1A5.

ANNEXE B

QUEL EST L'EFFET D'UNE AUGMENTATION DE 1 $ LE BARIL DE PÉTROLE BRUT SUR LES COÛTS D'EXPLOITATION D'UNE ENTREPRISE AGRICOLE?

Quel est l'effet d'une augmentation des prix de l'énergie correspondante à une hausse de 1 $ le baril de pétrole brut sur les coûts d'exploitation d'une entreprise agricole? C'est ce que vous découvrirez dans les tableaux qui suivent:

FERME ÉCHANTILLON

Lieu: Taber (Alberta)

Taille de l'exploitation: 372 ha

Cultures: Irriguées-blé, orge, et betterave à sucre.

Bâtiments d'habitation: deux résidences et des logements d'été pour les employés occasionnels



Le prix du pétrole influe directement sur les coûts d'exploitation des entreprises agricoles.

DÉPENSES		FERME ÉCHANTILLON (1982)		
COMBUSTIBLES				
Essence	41 724	L x 0,008 $/L	= 334	$
Carburant diesel	30 107	L x 0,008 $/L	= 241	$
Mazout	–	L x 0,008 $/L	= –	$
Propane	–	L x 0,005 $/L	= –	$
Gaz naturel	–	m^3 x 0,007 $/$m^3$	= –	$
	1 349	1 GJ x 0,20 $/GJ	= 270	$
Électricité	192 277	kWh x 0,0006 $/kWh	= 115	$
ENGRAIS				
Azote (N)	34,9	t x 12 $/t	= 419	$
Phosphore (P_2O_5)	25,3	t x 3 $/t	= 76	$
Potassium (K_2O)	10,3	t x 2 $/t	= 21	$
ANTIPARASITAIRES				
(Matières active totale)	2 600	kg x 0,05 $	= 130	$
		TOTAL DES COÛTS SUPPLÉMENTAIRES/ANNÉE	= 1 606	$

TABLE B.1 CONSOMMATION D'ÉNERGIE—COÛTS SUPPLÉMENTAIRES

			L'ANNÉE DE L'ÉTUDE (GJ)			ATTRIBUABLES À UNE HAUSSE ÉQUIVALENTE À 1 $ LE BARIL DE PÉTROLE
Exploitation	Type d'exploitation	Production année	Production	Résidence(s)	Transport	Total pour l'exploitation
1.	Céréales non irriguées	533,4 tonnes de blé	1 131	745	913	456 $
2.	Cultures irriguées	Blé—526 t Pomme de terre—1 496 t Betterave à sucre—2 534 t	9 242	2 281	2 028	2 215 $
3.	Bovins (naissage/engraissement)	250 bouvillons gras 250 génisses de long	7 822	883	2 116	1 769 $
4.	Bovins laitiers	381 120 litres de lait	3 250	490	426	681 $
5.	Porcs (naissage-engraissage)	960 porcs finis	3 754	523	875	842 $
6.	Poulets à griller	45 000 poulets à griller (âgés de 52 j)	3 712	1 153	506	878 $

Au taleau B.1, on présente les hausses estimatives des coûts d'exploitation dans des entreprises agricoles données, qui sont attribuables à un renchérissement des coûts de l'énergie équivalant à une augmentation de 1 $ le baril de pétrole. Les quelques études effectuées dans des exploitations véritables ont révélé que les coûts de l'énergie par unité de production varient beaucoup selon les pratiques agricoles, les régions géographiques et le climat.

QUEL EST L'EFFET D'UNE HAUSSE DE 1 $ LE BARIL DE PÉTROLE SUR VOS COÛTS D'EXPLOITATION

DÉPENSES		VOTRE EXPLOITATION (198)		
COMBUSTIBLES				
Essence	______	L x 0,008 $/L	= ______	$
Carburant diesel	______	L x 0,008 $/L	= ______	$
Mazout	______	L x 0,008 $/L	= ______	$
Propane	______	L x 0,005 $/L	= ______	$
Gaz naturel	______	m^3 x 0,007 $/$m^3$	= ______	$
	______	1 GJ x 0,20 $/GJ	= ______	$
Électricité	______	kWh x 0,0006 $/kWh	= ______	$
ENGRAIS				
Azote (N)	______	t x 12 $/t	= ______	$
Phosphore (P_2O_5)	______	t x 3 $/t	= ______	$
Potassium (K_2O)	______	t x 2 $/t	= ______	$
ANTIPARASITAIRES				
(Matières active totale)	______	kg x 0,05 $	= ______	$
		TOTAL DES COÛTS SUPPLÉMENTAIRES/ANNÉE	= ______	$

NOTE:

1) En supposant qu'un baril de pétrole brut fournisse 6,118 GJ, une majoration de prix de 1 $ le baril correspondrait à une augmentation de 0,16345 $ le GJ.

2) Les facteurs de conversion tiennent compte d'une majoration de 20 % des coûts de l'énergie du fabricant au détaillant.

3) Le gaz naturel est la principale source d'énergie servant à la fabrication des engrais. Ces calculs supposent une augmentation des coûts de l'énergie équivalente à une augmentation de 1 $ le baril de pétrole.

4) L'énergie nécessaire à la fabrication des antiparasitaires varie beaucoup selon les préparations. Le facteur de conversion utilisé est considéré comme une consommation moyenne d'énergie.



POUR EN SAVOIR PLUS:

1) **Énergie pour l'agriculture et l'alimentation.** Publication No. 5142F, distribuée par la Direction générale des communicatons, Agriculture Canada, Ottawa (Ontario) K1A 0C7.

2) **Total Energy Budgets For Selected Farms In Western Canada.** Publication distribuée par: Jensen Engineering Ltd., Box 1781, Olds (Alberta) T0M 1P0. (20 $)

ANNEXE C

AUTRES SOURCES D'INFORMATION TECHNIQUE

Divers organismes des gouvernements fédéral et provinciaux effectuent actuellement des recherches sur les économies d'énergie et les énergies de substitution. Quelques-uns d'entre eux sont mentionnés ci-après. Les ministères provinciaux de l'Agriculture, les services publics et les universités constituent également de bonnes sources d'information sur l'utilisation de l'énergie à la ferme.

RAPPORTS DE L'IRTS. L'Institut de recherches techniques et de statistiques d'Agriculture Canada a publié plusieurs rapports sur l'énergie et le système agro-alimentaire. Vous pouvez obtenir une liste exhaustive de ces rapports en vous adressant à la Section d'information technique, Institut de recherches techniques et de statistiques, Direction générale de la recherche, Agriculture Canada, Ottawa (Ontario) K1A 0C6 - numéro de téléphone: (613) 995-9671.

RAPPORTS DU PROGRAMME RDEAA. L'Institut de recherches techniques et de statistiques publie un document renfermant les résumés des contrats de recherches effectuées dans le cadre du Programme de recherche et de développement énergétiques en agriculture et en alimentation. L'Institut canadien de l'information scientifique et technique (ICIST), au sein du Conseil national de recherches, publie des rapports complets sur les contrats de recherches. Des exemplaires de ces rapports peuvent être empruntés pour une période de deux semaines par le système de prêts entre bibliothèques ou achetés au prix de ce qu'il en coûte pour les photocopier. On peut aussi se procurer ces rapports sur microfiches.

L'ICIST dispense en outre un service de documentation automatique pouvant rassembler l'information sur un sujet donné. Les frais de ce service peuvent fluctuer selon le temps machine exigé pour faire la recherche. Le coût minimal est de 30 $ par sujet.

Pour vous procurer des rapports ou pour faire effectuer des recherches, veuillez vous mettre en rapport avec les Services à la clientèle, Institut canadien de l'information scientifique et technique, Conseil national de recherches, Ottawa (Ontario) K1A 0S2 - numéro de téléphone: (613) 993-2013.

ENERDEMO. En 1979, Énergie, Mines et Ressources Canada a institué l'Entente sur la démonstration des économies d'énergie et des énergie renouvelables (ENERDEMO). Il s'agit d'un programme fédéral-provincial qui a parrainé un grand nombre de projets de démonstration dans le domaine de l'énergie, à l'échelle du canada. Pour de plus amples renseignements à ce sujet, veuillez vous adresser à la Division des énergies renouvelables, Énergie, Mines et Ressources, 6e étage, 460 rue O'Connor, Ottawa (Ontario) K1A 0E4. Numéro de téléphone: (613) 995-9447.

FEMP. L'un des projets agricoles établis dans le cadre d'ENERDEMO est le Programme d'utilisation de l'énergie en agriculture (**Farm Energy Management Program FEMP**) en Saskatchewan, qui est coordonné par le ministère de l'Agriculture de la Saskatchewan. Pendant trois ans, on a controllé la consommaton d'énergie dans 21 exploitations agricoles. Pour de plus amples renseignements, veuillez vous adresser à: Family Farm Improvement Branch, Saskatchewan Agriculture, 3085 Albert Street, Regina (Saskatchewan) S4S 0B1. Numéro de téléphone: (306) 565-6587.

LE PROGRAMME SUR L'ÉNERGIE EN AGRICULTURE DE L'ONTARIO. Le ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario a mis sur pied, à l'échelle de la province, un service visant à procurer de l'information sur l'utilisation de l'énergie à la ferme et à aider les agriculteurs à faire l'essai de nouveaux concepts énergétiques. Pour de plus amples renseignements, veuillez vous adresser à: Agriculture Energy Centre, ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario, P.O. Box 1030, Guelph (Ontario) N1H 6N1. Numéro de téléphone: (519) 823-5700.

SWERP. Le Conseil de recherches de l'Alberta dirige un programme de recherches sur l'énergie solaire et éolienne (**Solar And Wind Energy ResearchProgram - SWERP).** L'une des fonctions de ce programme est de diriger une bibliothèque de publications sur l'énergie qui est ouverte au public. Le programme offre également un service automatique de recherches bibliographiques sur des sujets précis. Pour de plus amples renseignements, veuillez vous adresser à: SWERP, Alberta Research Council, 4th Floor, Terrace Plaza, 4445 Calgary Trail South, Edmonton (Alberta) T6H 5R7—numéro de téléphone: (403) 438-1555.

ENERTIC. La **Nova Scotia Research Foundation** dispense un service de documentation automatique sur l'énergie. Cet organisme trouve l'information technique sur un sujet donné en consultant les publications scientifiques, les bibliothèques et les bases de données informatisées. Pour de plus amples renseignements, veuilez vous adresser à: Energy Test And Information Centre, P.O. Box 790, Dartmouth (Nouvelle-Écosse) B2Y 3Z7. Numéro de téléphone: (902) 463-8555.

SYSTÈMES D'INTÉGRATION DE L'ÉNERGIE À LA FERME (É-U.) Le ministère de l'Énergie et le ministère de l'Agriculture des États-Unis ont mis sur pied conjointement sept projets regroupés sous le titre "Systèmes d'intégration de l'énergie à la ferme" (**Energy Integrated Farm Systems**). L'objectif de ces projets est de faire l'essai de tecniques visant à économiser l'énergie et à utiliser les énergies renouvelables dans des exploitations de grandeur commerciales. Les évaluations techniques et économiques des sytèmes seront mises à la disposition des autres agriculteurs. Les systèmes mis à l'essai sont notamment les systèmes solaires, éoliens et à base de méthane ou d'alcool, les systèmes de récupération de la chaleur, la réduction des labours et d'autres mesures pour économiser l'énergie.

Une description des projets d'intégration de l'énergie à la ferme (Energy Integrated Farm Projects) a figuré dans le numéro de novembre 1982 de la revue **Agriculture Engineering**. On peut en obtenir des exemplaires, au prix de 2,50 $ US l'unité en s'adressant à: Order Department, ASAE, 2950 Niles Road, St. Joseph, Michigan 49005.

